



Universidad
Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

Título del trabajo:

DISEÑO, FABRICACION E IMPLANTACION DE UN
SISTEMA DE SEGURIDAD FRENTE A IMPACTOS Y
ABRASION DE LA MOTORIZACION DE U
VEHICULO ELECTRICO CON PROPIEDADES DE
AISLAMIENTO ELECTRICO

English tittle:

DESIGN, MANUFACTURE AND IMPLANTATION
OF A SAFETY SYSTEM OPPOSITE TO IMPACTS
AND GRAZE OF THE MOTORIZACION GIVES AN
ELECTRICAL VEHICLE WITH PROPERTIES OF
ELECTRICAL ISOLATION

Autor/es

Enrique Murillo Julián

Director/es

Emilio Larrodé Pellicer

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Año 2016

INDICE

1.	INTRODUCCION.....	4
2.	MOTIVACION DE PROYECTO.....	5
3.	ALCANCE DE PROYECTO	6
4.	METODOLOGIA DE DISEÑO	7
5.	ESTADO DE LA TECNICA.....	8
6.	DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD.....	10
6.1.	Requerimientos mecánicos.....	10
6.1.1.	Requerimientos mecánicos sistema de seguridad inferior	10
6.1.2.	Requerimientos mecánicos del sistema de seguridad superior	11
6.2.	Requerimientos legales.....	11
7.	SELECCION DE MATERIAL	14
7.1.	Fibra de carbono.....	14
7.2.	Poliamida	16
7.2.1.	Nylon.....	16
7.2.2.	Kevlar	17
7.3.	Fibra de vidrio.....	18
7.4.	Poliacetal.....	19
7.5.	Teflon (T.P.F.E.)	20
7.6.	Metacrilato.....	21
7.7.	Policarbonato	21
7.8.	Comparativa y conclusión del estudio.....	22
8.	DISEÑO DE LOS COMPONENTES	24
8.1.	Protección de las baterías.....	24
8.2.	Protección inferior del vehículo	28
9.	ESTUDIOS.....	34
9.1.	Estudio del espesor de la pieza según velocidad de impacto	34
9.1.1.	Impacto de un objeto despedido por el vehículo.....	34
9.1.2.	Impacto de un objeto sobre la calzada.	¡Error! Marcador no definido.

10. FABRICACIÓN DE LOS COMPONENTES.....	37
10.1. Introducción y elección del proceso de fabricación.	37
10.2. Proceso de fabricación.....	38
10.3. Descripción de los procesos.	38
10.3.1. Corte.....	38
10.3.2. Calentado y plegado.	39
10.3.3. Unión.....	41
11. IMPLANTACIÓN DE LOS COMPONENTES.....	42
12. TRABAJO FUTURO	44
13. INDICE DE TABLAS	45
14. INDICE DE FIGURAS	46
15. BIBIOGRAFIA.....	47
16. ANEXOS.....	49

1. INTRODUCCION

El presente es un proyecto de diseño de un sistema de seguridad, el diseño del método de fabricación y el diseño del método de implantación de una serie de piezas de seguridad pasiva en un vehículo eléctrico. Recorre toda la metodología del diseño, partiendo desde lo más básico, como lo son tanto la elección de los criterios a seguir como de los requerimientos físicos, mecánicos, técnicos o legales hasta llegar a la consecución de un método viable para su fabricación e implantación en un vehículo real.

Para conseguir el correcto diseño se utilizarán programas de CAD 3D, como solid Edge o Siemens NX y se realizarán estudios de las tensiones y deformaciones que se puedan llegar a producir.

2. MOTIVACION DE PROYECTO

La motivación de este proyecto viene dada por la necesidad de cubrir y proteger de los posibles golpes y rozamientos provocados por objetos de diversa índole y origen el conjunto motor y las partes internas de un vehículo eléctrico, las necesidades son especiales debido a la naturaleza especial del vehículo, ya que se trata de un vehículo realizado en la universidad y no cuenta con partes normalizadas y por el componente eléctrico presente en todo momento. Estas necesidades deberán cubrirse tanto cuando el vehículo esté en funcionamiento como cuando no lo esté. También existe la necesidad de proteger y aislar parte de los elementos eléctricos situados en la parte trasera del vehículo por seguridad y para evitar posibles contactos con los mismos, teniéndolos siempre a la vista para su mantenimiento, los cuales pueden provocar descargas eléctricas.

3. ALCANCE DE PROYECTO

El alcance del presente proyecto es el diseño completo tanto de la geometría como del proceso de fabricación y el proceso de implantación de un sistema de seguridad que permita cubrir los requisitos y especificaciones que se desarrollan más adelante en cuanto a protección frente a impactos, abrasión, agentes químicos y aislamiento eléctrico de las diversas partes internas del vehículo eléctrico, cumpliendo siempre con la normativa vigente para su uso en vía pública.

También es alcance de este proyecto el diseño de la geometría y del proceso de fabricación e implantación de un sistema de seguridad que permita asilar eléctricamente y proteger de contactos y golpes parte del conjunto eléctrico situado en la parte posterior del vehículo.

4. METODOLOGIA DE DISEÑO

La metodología a seguir para el diseño de las diferentes piezas se resume en este capítulo:

- Valoración del problema, causas y raíces, y proposición de la solución.
- Búsqueda de información y referencias sobre el estado de la técnica actual.
- Descripción de los requerimientos físicos, técnicos, legales y constructivos del problema de cada una de las partes del proyecto.
- Búsqueda y selección del material que mejor se adapte a los requerimientos de las diferentes piezas.
- Diseño de la geometría de las piezas según requerimientos, material seleccionado y pequeños estudios de tensiones y deformaciones.
- Búsqueda y selección del mejor proceso de fabricación de cada una de las piezas.
- Búsqueda y selección del mejor proceso de implantación del sistema de seguridad.

5. ESTADO DE LA TECNICA

Son muchos los modelos diferentes de automóvil existentes en el mercado hoy en día, fácilmente se podría perder la cuenta, sin embargo se va a intentar hacer una pequeña exposición en lo que atañe al proyecto, esto es, material y forma de cubre cárteres actuales y material de las diferentes piezas de seguridad contra golpes situadas en los bajos de los vehículos, la gran mayoría de opciones en el mercado son para vehículos con motor de combustión interna.

Analizando alguna de las principales marcas actuales en el sector del automovilismo, tales como Seat, Mitsubishi, Ford, Renault, etc. vemos que los materiales con los que están fabricados van desde el metal hasta el plástico. Entre los metales, el más común que encontramos es el aluminio y entre los plásticos los más comunes para este tipo de piezas son el kevlar y la fibra de carbono, algo bastante obvio, ya que son materiales muy ligeros y flexibles.

La forma es muy diversa, desde protecciones chapa de metal doblada (Fig 5-3), hasta protectores fabricados en plástico de geometría mucho más complicada (Fig 5-1Fig 5-1).



Fig 5-1 Cubre carter Mercedes Benz clase c



Fig 5-2 Cubre cárter Citroën C4 y Peugeot 308 de polietileno



[photo non contractuelle]

Fig 5-3 Cubre cárter Peugeot 205 Rallye de Aluminio

6. DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

Para la realización del diseño del sistema de seguridad se ha dividido el mismo en dos partes bien diferenciadas, esta división surge de la diferencia de requerimientos existentes entre las dos partes, ya sean requerimientos físicos (mecánicos o eléctricos), requerimientos normativos o legales, requerimientos de seguridad (aislamiento, protección,...) o requerimientos especiales, existe además una situación física muy distinta entre ellas en cuanto a la disposición dentro del vehículo, lo que acrecienta esta diferencia de requerimientos.

La primera parte se denominará sistema de seguridad inferior, y está compuesta por las partes de protección del conjunto motor (Motor, freno y distribución) y de las partes interiores del vehículo.

La segunda parte se denominará sistema de seguridad superior, y está compuesta por las partes de protección del sistema eléctrico.

6.1. Requerimientos mecánicos

En general, al ser piezas destinadas a una seguridad pasiva dentro del vehículo, los requerimientos mecánicos van a estar dirigidos al mantenimiento estructural de las mismas, es decir, a evitar que pierdan su forma original con el fin de proteger las partes que están detrás de ellas.

6.1.1. Requerimientos mecánicos sistema de seguridad inferior

Los requerimientos mecánicos de las piezas que componen el sistema de seguridad inferior son mucho mayores que los requerimientos del sistema de seguridad superior. En el sistema de seguridad inferior se necesita un material que sea resistente a la **abrasión**, ya que al estar en la parte inferior del vehículo y dependiendo del camino o zona por la que se circule estará sometida a un rozamiento constante por parte de hierbas, plantas u objetos del terreno, también será necesario que sea muy resistente a los **impactos**, no debe fracturarse ni crearse grietas, debe deformarse lo menos posible por el impacto provocado por cualquier obstáculo del camino (estos van desde piedras en un camino sin asfaltar hasta el borde de una acera en la ciudad). Alta resistencia a la **corrosión**, como en cualquier estructura mecánica no se contempla la corrosión,

la cual provoca la pérdida o disminución de propiedades mecánicas. Deberá ser **flexible o dúctil** para poder absorber parte de la energía al deformarse, **ligero**, siempre es necesario disminuir el peso en un vehículo de estas características. Habrá que tener en cuenta también que sea fácilmente mecanizable. Por último una cualidad muy importante dada la naturaleza del vehículo, el material debe ser un buen **aislante eléctrico** con una conductividad eléctrica baja o nula, esta propiedad en un vehículo normal (Movido mediante un motor MACI) no sería necesaria.

6.1.2. Requerimientos mecánicos del sistema de seguridad superior

El sistema de seguridad inferior va a tener tres requisitos fundamentales, Debe ser un **aislante eléctrico**, es la función más importante para el diseño de esta pieza, debe tener suficiente **rigidez** para aguantar golpes de baja intensidad que puedan producirse, en el normal funcionamiento del sistema de seguridad este no debe aguantar peso ni tener objetos alrededor que puedan golpearlo, debe ser **ligero**, puesto que en la utilización del vehículo se necesita tener un acceso rápido a esa parte del sistema eléctrico, debe ser transparente para poder ver en el interior y hacer más fácil su mantenimiento, tendrá que ser también **resistente a agentes químicos**, ya que se encuentra al lado de una gran cantidad de baterías.

6.2. Requerimientos legales

Para que el vehículo pueda incorporar estas modificaciones hay una serie de legislaciones que debe cumplir, relacionadas con la forma, lugar y tipo de las modificaciones.

Según el manual de reformas de vehículos (revisión 2 corrección 2 de abril de 2015) emitido por el Ministerio de Industria Energía y Turismo en base al Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos, las modificaciones realizadas al vehículo se considerarán reformas siempre y cuando la fijación se realice de forma permanente, por lo tanto la implantación del sistema de seguridad inferior sí que se considera reforma, mientras que la implantación del sistema de seguridad superior no se considera reforma, ya que no está fijado de forma permanente, de todas maneras se cumplirán las normativas legales a modo de facilitar una posible fijación del sistema de seguridad superior ajena a este proyecto. Según el manual anteriormente citado, las modificaciones realizadas al vehículo se codifican según los códigos de **reforma 8.22** (Modificación, instalación o desinstalación de elementos en la zona de equipaje, o en el espacio destinado a los pasajeros distinto a la zona frontal del

habitáculo del vehículo) para el **sistema de seguridad superior** y **8.52** - (Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo) para el **sistema de seguridad inferior**. En función de estos códigos de reforma se valorará si se interfiere o no o en qué condiciones lo hace con los actos reglamentarios a los que hacen referencia:

El código de reforma 8.22 para un vehículo de categoría M1 (Vehículo para transporte de pasajeros y que no contenga más de 8 asientos además del asiento del conductor - Directivas 2007/46/CE, 2002/24/CE, 2003/37/CE o el Real Decreto 750/2010) nos muestra los sistemas afectados en una reforma interior del vehículo:

- Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética) 72/245/CEE
- Acondicionamiento interior 74/60/CEE
- Resistencia de los asientos 74/408/CEE
- Anclajes de los cinturones de seguridad 76/115/CEE
- Cinturones de seguridad y sistemas de retención 77/541/CEE
- Apoyacabezas 78/932/CEE
- Masas y dimensiones (automóviles) 92/21/CEE

En la información adicional especificada en el mismo punto 8.22 del código de reformas observamos que solo se considerará una reforma consistente en la modificación o instalación de elementos en la zona de equipaje siempre y cuando esta misma sobrepase la altura de los respaldos de los asientos traseros, si la transformación afecta al campo de visión del retrovisor interior debe ser instalado el retrovisor exterior derecho, en cuyo caso se permitirá la desinstalación de los airbag laterales o de cortinilla cuando dichos elementos sean un equipamiento opcional, y por tanto el vehículo sin dichos airbags continúe cumpliendo la reglamentación de seguridad pasiva relativa al choque lateral. En caso contrario, se garantizará la no interferencia en el normal funcionamiento de los sistemas de airbag y pretensores del vehículo después de la transformación, o la modificación del mismo, indicándolo expresamente en el informe de conformidad. De esta exigencia se excluyen a los vehículos para uso por el ejército, protección civil, servicio de bomberos y para responsables del mantenimiento del orden público. Esta reforma se aplica a transformaciones tales como: instalación de equipos o pantallas DVD en el techo o reposacabezas de los asientos del vehículo, equipos de sonido en maletero que superen la altura del respaldo de los asientos, entre otras.

Al tratarse de un elemento instalado en la zona del maletero sin superar la altura del reposacabezas, sin interferir con los airbag ni los sistemas de retención del vehículo (cinturones y sus anclajes) **no se considera reforma según el manual**. Además no implica un aumento de la tara del vehículo sustancial por lo que también se cumpliría masas y dimensiones. En cuanto

a la directiva de parásitos radioeléctricos, se debe señalar que el objeto de estudio no es un componente eléctrico ni electrónico, si bien sí que lo son los elementos que trata de cubrir (los cuales no son objeto de este proyecto). Se ratifica por lo tanto lo anteriormente dicho, teniendo la certeza ahora de que no se necesita cumplir ninguna norma legal para el diseño del sistema de seguridad superior.

Según el código de reforma 8.52 para un vehículo de categoría M1, los sistemas afectados en una reforma exterior son:

- Dispositivos de protección trasera 70/221/CEE
- Cerraduras y bisagras de las puertas 70/387/CEE
- Salientes exteriores 74/483/CEE
- Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética) 72/245/CEE
- Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa 76/756/CEE
- Dispositivos de remolcado 77/389/CEE
- Campo de visión delantera 77/649/CEE
- Lava/limpiaparabrisas 78/318/CEE
- Guardabarros 78/549/CEE
- Masas y dimensiones (automóviles) 92/21/CEE
- Cristales de seguridad 92/22/CEE
- Colisión frontal 96/79/CE
- Colisión lateral 96/27/CE
- Dispositivo de visión indirecta 2003/97/CE
- Sistemas de protección delantera 2005/66/CE
- Protección de peatones 2003/102/CE

Al tratarse de un elemento instalado en los bajos del vehículo no interfiere con ninguno de los actos reglamentarios, si bien al tratarse de la instalación de un elemento en el exterior del vehículo se debería elaborar un proyecto técnico en el que se justifiquen correctamente los anclajes a la carrocería evitando así el desprendimiento de la pieza durante el normal funcionamiento del vehículo. Estos cálculos aparecen completamente desarrollados en el apartado 8 y 9.

Por último, existe una recomendación a la hora de acudir a la inspección técnica de vehículos (ITV) en cuanto a la altura libre al suelo de cualquier elemento rígido del vehículo que debe ser mayor o igual a 80 cm (70cm para elementos flexibles).

Tomando todo lo anterior en consideración, podemos concluir que se ha realizado de acuerdo a la reglamentación vigente quedando pendiente de aprobación por un laboratorio acreditado y por la inspección ITV.

7. SELECCION DE MATERIAL

La selección de los posibles materiales a utilizar en cada parte del proyecto según los requerimientos citados anteriormente es de gran importancia, ya que condicionará todas las partes del mismo que vengan después, siendo por lo tanto una de las partes más importantes en el diseño. Se ha enfocado el estudio principalmente en la propiedad de aislante eléctrico, por lo que en casi la totalidad de materiales a estudiar van a ser polímeros o derivados de ellos, como materiales compuestos por ejemplo. De este estudio se obtendrán dos conclusiones o lo que es lo mismo, dos materiales, uno para el sistema de seguridad superior y otro para el sistema de seguridad inferior.

7.1. Fibra de carbono

La fibra de carbono es una fibra sintética, constituida por finos filamentos de 5–10 μm de diámetro compuestos principalmente por carbono. Cada fibra de carbono es la unión de miles de filamentos de carbono. Se trata de una fibra sintética fabricada a partir del poliacrilonitrilo. Tiene propiedades mecánicas similares al acero y es tan ligera como la madera o el plástico. Por su dureza tiene mayor resistencia al impacto que el acero.

La principal aplicación es la fabricación de **materiales compuestos**, en la mayoría de los casos (aproximadamente un 75%) con polímeros termoestables. El polímero utilizado como matriz en el material compuesto es habitualmente resina epoxi, de tipo termoestable aunque también puede asociarse a otros polímeros, como el poliéster o el viniléster. En el caso del presente proyecto la forma que se tomará para realizar el estudio es la fibra de carbono como material compuesto con fibras.

- Propiedades mecánicas:
 - Alta rigidez específica y gran resistencia.
 - Resistencia al impacto muy elevada.
 - Baja densidad.
 - Elevado precio de producción, existe la posibilidad de producción propia.
 - Alta resistencia a la corrosión.
 - Muy buen aislamiento térmico.
 - Resistente a los cambios de forma frente a las variaciones de temperatura.
 - Buen conductor eléctrico, además las diferencias de potencial que produce al contacto con los metales puede favorecer corrosiones de tipo galvánico.
 - Tiene una resistencia a la fatiga asombrosa.
 - No presenta plasticidad, el límite de rotura coincide con el límite elástico.

Tipo de fibra	Alta resistencia (HR)	Alto módulo (HM)	III
Diámetro de hilo (μm)	8	7	7-8
Densidad (Kg/m^3)	1740-1760	1810-1870	1820
Módulo de elasticidad (GPa)	230	390	290
Resistencia a tracción (GPa)	2,6-5	2,1-2,7	3,1
Elongación a la rotura (%)	2	0,7	1,1
Módulo específico	130	210	160
Coefficiente de expansión térmica ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	2,56	2,56	2,56

Tabla 7-1 Propiedades mecánicas fibra de carbono

- Usos y aplicaciones:
 - Industrias como la aeronáutica y automovilística.
 - Material deportivo.
 - Fabricación de barcos.
 - En la industria de la electrónica como por ejemplo para fabricar portátiles.

7.2. Poliamida

Se designa con las siglas PA. Una poliamida es un tipo de polímero, que contiene enlaces de tipo amida.

La poliamida más conocida es el nylon. Las poliamidas pueden presentarse de maneras diferentes, siendo la forma rígida y la forma en fibra las más conocidas y utilizadas. La diferencia radica en la obtención del producto y en las características que poseen cada uno.

Las poliamidas a estudiar son los dos grandes grupos de fibras que se pueden obtener de este termoplástico **nylon** y **kevlar**.

7.2.1. Nylon

Es una fibra química textil sintética que se genera normalmente por poli condensación de un diácido con una diamina. La cantidad de átomos de carbono en las cadenas de la amina y del ácido se puede indicar detrás de las iniciales de poliamida. El más conocido es el nylon 6.6 (PA6.6) formado por el ácido hexanodioico (ácido adípico) y la hexametilendiamina.

7.2.1.1. Nylon 6 (Poliamida6)

El nylon 6 o Poliamida 6 (PA6) es un polímero formado por auto condensación de ácido 6 aminocaproico o también llamado Coprolactama.

Las propiedades mecánicas son:

- Alta tenacidad.
- Alta resistencia al impacto.
- Alta resistencia al desgaste.
- Buen aislante eléctrico.
- Alta resistencia mecánica, rigidez, dureza y tenacidad.
- Buena resistencia a la fatiga.
- Alto poder amortiguador.
- Buenas propiedades de deslizamiento.
- Muy ligero.

Temperatura de fusión	220°C
Densidad (Kg/m³)	1140
Módulo de elasticidad (MPa)	3200
Elongación de punto de fluencia (%)	85
Elongación a la rotura (%)	70
Resistencia a la elongación (MPa)	5
Dureza Brinell (Por penetración de bola) (MPa)	70-160

Tabla 7-2 Características mecánicas de la Poliamida 6 – II

- Usos y aplicaciones:
 - Engranajes y rodamientos.
 - En la industria del automóvil tanto en protección interior como en protecciones bajo carrocería.
 - Elementos para instrumentos musicales.
 - Ropas y cuerdas.

7.2.2. Kevlar

Es otro tipo de poliamida, en este caso poliparafenileno tereftalamida. Dentro de esta familia de aramidas existen dos grandes grupos, el kevlar 29 y el kevlar 49, que deben su nombre a su composición.

- Las propiedades mecánicas del kevlar son:
 - Gran dureza mecánica.
 - Alta resistencia y flexibilidad.
 - Alta resistencia a la abrasión.
 - Alta estabilidad termo-dimensional.
 - Alta resistencia al impacto.
 - Buenas propiedades de amortiguamiento.
 - Insensibilidad a la humedad.
 - Baja conductividad eléctrica.

PROPIEDAD	VALOR
Resistencia a compresión (MPa)	235
Densidad (Kg/m ³)	1400
Módulo de elasticidad (GPa)	76
Resistencia a tracción (MPa)	1400
Módulo de rotura (GPa)	2,3

Tabla 7-3 Propiedades físicas del Kevlar

7.3. Fibra de vidrio

La fibra de vidrio se conforma a partir de hebras delgadas de vidrio, extruidas de tal manera que los filamentos resultantes tengan un diámetro ínfimo.

Los tipos de fibra de vidrio más usados son las fibras de vidrio de clase E (*E-glass*: vidrio de aluminosilicato con menos de 1% en peso de óxidos alcalinos), las fibras de vidrio de clases A (*A-glass*: vidrio alcali-calcio con pocos o ningún óxido de boro), clase E-CR (*E-CR glass*: vidrio de silicato alcali-calcio con menos de 1% en peso de óxidos alcalinos, con alta resistencia a los ácidos), clase C (*C-glass*: vidrio alcali-calcio con alto contenido de óxido de boro), clase D (*D-glass*: vidrio de borosilicato con una constante dieléctrica alta), clase R (*R-glass*: vidrio de aluminosilicato sin MgO ni CaO con altas prestaciones mecánicas) y la clase S (*S-glass*: vidrio de aluminosilicato sin CaO pero con alto contenido de MgO con alta resistencia a la tracción).

Las principales características de la fibra de vidrio son:

- Son buenos aislantes térmicos.
- Poseen alta dureza, pero suelen ser frágiles.
- Elemento maleable.
- Buena resistencia a la tracción.
- Baja conductividad eléctrica.

PROPIEDAD	VALOR
Densidad (Kg/m ³)	2600
Tenacidad (N/tex)	1,3
Elongación hasta rotura (%)	450,00%
Conductividad térmica (W/m.K)	1
Resistencia termomecánica	100% después de 100 h a 200°C
Resistividad (Ohm*cm)	1014-1015
Resistencia disolventes	Alta
Absorción de humedad (%)	10

Tabla 7-4 Propiedades físicas de la fibra de vidrio

- Los distintos usos de la fibra de vidrio
 - Cables de fibra óptica.
 - Campo de las telecomunicaciones.
 - En materia deportiva.
 - En la industria del automóvil.

7.4. Poliacetal

El Polioximetileno (POM), Polióxido de metileno o también llamado Poliacetal, Acetal o Poliformaldehído es un termoplástico cristalino de alta rigidez, usado en piezas de precisión que requieren grandes especificaciones. El POM se fabrica en forma de homopolímero y copolímero. Ambos son polímeros duros, rígidos, con una excelente resistencia a la abrasión y un buen aspecto

Las propiedades mecánicas del polímero POM son:

- Alta resistencia mecánica
- Estabilidad dimensional
- Alta resistencia a la abrasión
- Bajo coeficiente de fricción
- Alta resistencia al calor
- Buenas características eléctricas y dieléctricas
- Fácil mecanización
- Elevada resistencia a la tensión.

- Elevada resistencia a la compresión. Alta Resistencia a los golpes a bajas temperaturas.

PROPIEDAD	VALOR
Densidad (Kg/m3)	1183
Módulo de elasticidad (MPa)	899
Resistencia a tracción (MPa)	527
Resistencia a compresión (MPa)	604
Elongación a la rotura (%)	8
Dureza Brinell (N/mm ²)	2039

Tabla 7-5 Propiedades física del Poliacetal

7.5. Teflon (T.P.F.E.)

El politetrafluoroetileno (PTFE), más conocido por el nombre comercial ‘Teflón’, es un polímero similar al polietileno, con la diferencia de que los átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos de flúor.

Propiedades:

- Alta resistencia dimensional a temperaturas elevadas.
- Alta resistencia a la corrosión y a los ataques químicos.
- Altas propiedades dieléctricas.
- Alta resistencia a la abrasión.
- Gran flexibilidad.
- Aislante eléctrico.

PROPIEDAD	VALOR
Densidad (Kg/m3)	2130-2210
Módulo de elasticidad (MPa)	899
Resistencia a tracción (MPa)	70-210
Resistencia a compresión (MPa)	44-100
Elongación a la rotura (%)	200
Dureza Brinell (N/mm ²)	50-55
Resistencia al choque sin entalla DIN 53453	No rompe

Tabla 7-6 Propiedades físicas del Teflón

7.6. Metacrilato

Es un material procedente de la polimerización del ácido acrílico. Las propiedades más interesantes del polimetacrilato de metilo son:

- Es un termoplástico duro, resistente y transparente
- Posee excelentes propiedades ópticas con alto índice de refracción
- Buena resistencia al envejecimiento y a la intemperie.
- Es un material ligero.
- Presenta buena resistencia mecánica y estabilidad.
- Puede soportar una sobrecarga de 70 kg/m².
- Elevado coste.

PROPIEDAD	VALOR
Densidad (Kg/m ³)	1190
Módulo de elasticidad (MPa)	3300/3200
Resistencia a tracción (MPa)	80
Resistencia a compresión (MPa)	110
Elongación a la rotura (%)	5,5
Dureza Brinell (N/mm ²)	50-55
Resistencia al impacto Charpy (KJ/m ²)	15

Tabla 7-7 Propiedades físicas del metacrilato

7.7. Policarbonato

El policarbonato es un termoplástico fácil de moldear, doblar o cortar, tiene muy buena resistencia al impacto, alrededor de 300 veces mayor que el vidrio, y posee unas propiedades físicas respecto al límite elástico y la resistencia a la tracción parecidos al acero básico.

Como la gran mayoría de los plásticos es un aislante térmico y su densidad es pequeña, es decir, es un material ligero. Es buen aislante eléctrico. Resiste muy bien los ataques químicos y aguanta bien a la intemperie, de ahí la cantidad de usos que tiene en la industria de la automoción. Por último decir que es un material que no necesita mantenimiento.

- Las propiedades mecánicas son:

PROPIEDAD	VALOR
Densidad (Kg/m ³)	1200
Módulo de elasticidad (MPa)	2255
Resistencia a tracción (MPa)	650
Resistencia a flexión (MPa)	900
Elongación a la rotura (%)	80
Dureza Brinell (N/mm ²)	50-55
Resistencia al choque sin entalla DIN 53453	No rompe
Dureza Brinell (N/mm ²)	80-82

Tabla 7-8 Propiedades físicas policarbonato

Sus aplicaciones más importantes son:

- Arquitectura.
- Automovilismo: Protecciones, cascos,...
- Usos industriales como protectores.

7.8. Comparativa y conclusión del estudio

A partir de la comparación de los materiales anteriormente expuestos se procederá a la elección del material a usar en el proyecto. Esta elección se realizará comparando los valores de una serie de atributos o propiedades de cada uno de los materiales a los cuales se les aplicará una numeración dependiendo de las especificaciones necesarias.

La valoración se hará en base a una numeración del 1 al 5:

- 1: Muy mal comportamiento en referencia a la especificación.
- 2: Mal comportamiento.
- 3: Comportamiento aceptable.
- 4: Buen comportamiento.
- 5: Muy buen Comportamiento.

Los puntos más importantes y que se mostrarán en la tabla a modo de resumen son:

- Resistencia a la tracción
- Resistencia a impactos
- Resistencia a la corrosión
- Flexibilidad
- Elasticidad
- Conductividad térmica
- Conductividad eléctrica
- Densidad
- Resistencia mecánica
- Precio

Para la toma de decisión se sumarán todos los puntos obtenidos, el material que obtenga mayor puntuación será aquel que se escoja para la realización de las piezas. Algunos de estos puntos de estudio son más valorados que otros, debido a su importancia para el proyecto, por lo que un material aunque obtenga mejores resultados que otro puede ser desechado debido a no cumplir con los requisitos mínimos en aquellos campos principales.

Las características principales son:

- **Conductividad eléctrica**, debe ser aislante o en su defecto poseer una conductividad muy baja.
- **Resistencia al impacto**, capaz de recibir impactos sin romperse o agrietarse.
- **Precio**, debe tener un precio medio bajo para que sea asequible su obtención.

MATERIAL	REST. ABRASION	REST. IMPACTOS	REST. CORROSION	FLEXIBILIDAD	ELASTICIDAD	CONDCT. ELECTRICA	CONDCT. TERMICA	DENSIDAD	RESIT. MECANICA	PRECIO	TOTAL
FIBRA DE CARBONO	3	1	2	1	1	1	3	4	3	2	21
KEVLAR	2	4	4	3	4	4	4	3	5	1	34
NYLON 6	4	4	3	3	3	4	4	3	4	1	33
NYLON 6.6	4	4	3	4	3	4	3	4	4	1	34
POLIACETAL	3	3	4	2	3	3	3	4	3	2	30
TEFLON	4	3	4	2	2	4	4	3	3	2	31
FIBRA DE VIDRIO	4	3	4	5	3	3	1	3	4	3	33
METACRILATO	4	2	4	1	2	3	2	4	4	4	30
POLICARBONATO	4	3	4	3	3	4	4	4	3	5	37

Tabla 7-9 Comparación de materiales

Se puede ver en la tabla (que se encuentra a tamaño mayor en los anexos del proyecto) que hay varios materiales que pueden cumplir con las expectativas de diseño. Los materiales con mayor puntuación son el kevlar y el nylon (en las dos opciones que se han estudiado, tanto nylon 6 como nylon 6.6) y policarbonato, en este caso ha sacado mayor puntuación el policarbonato, no

porque tenga un mejor comportamiento que el kevlar o el nylon (Cosa bastante difícil), sino porque posee las características necesarias para este proyecto.

Por lo tanto el **policarbonato** va a ser el material que se va a utilizar en la creación y diseño de este sistema de seguridad (en cuanto a la parte inferior del vehículo), debido a su resistencia al impacto, su resistencia a la tracción, su porcentaje de alargamiento más que aceptable, lo que evitará que se rompa y por lo tanto podrá seguir protegiendo, es buen aislante eléctrico, se puede manipular y trabajar con él de manera muy sencilla, desde herrajes caseros hasta máquinas industriales, es ligero, pueden utilizarse gran cantidad de métodos de unión sin que sufra ningún tipo de daño, puede ser transparente u opaco dependiendo de la necesidad que tengamos y tiene un precio muy asequible.

En el caso de la protección y ventilación de las baterías y relés, ya que no necesitamos las propiedades mecánicas descritas anteriormente, utilizaremos unas placas de **metacrilato**, que cumple al completos las necesidades impuestas, este material es aislante eléctrico, ligero, necesario ya que va a ser un pieza móvil y suficiente mente rígido para aguantar los posibles golpes y peso que pueda soportar, además es transparente.

8. DISEÑO DE LOS COMPONENTES

Para el diseño de las piezas se ha utilizado un programa de modelado en 3D (CAD 3D), en nuestro caso Solid Edge, a partir de las medidas tomadas en el taller y de las especificaciones se le dará una forma adecuada para saber las características propias como peso o resistencia de la pieza y así poder trabajar con él en los siguientes estudios donde se determinará el espesor necesario para la pieza.

8.1. Protección de las baterías

Empezaremos diseñando las piezas para el aislamiento eléctrico de baterías y relés.

Para empezar con el diseño tomamos las medidas máximas y mínimas en taller, para poder empezar a diseñar la caja de protección. Esta constará de tres piezas de metacrilato transparente blanco, abierta por delante y por detrás y agujereada por arriba para facilitar la ventilación, el espesor será el mínimo posible para aguantar posibles golpes dentro vehículo. La unión de las piezas de metacrilato entre sí se realizará mediante uniones atornilladas, tornillos de métrica 6

autoroscantes, y sin unir respecto a la caja del coche, para poder ponerlo y quitarlo y así poder manipular lo que hay en el interior en caso de reparación.

Para el diseño de las piezas se ha tenido en cuenta la geometría que dispone la parte trasera del automóvil, en las siguientes fotos podemos observarla.

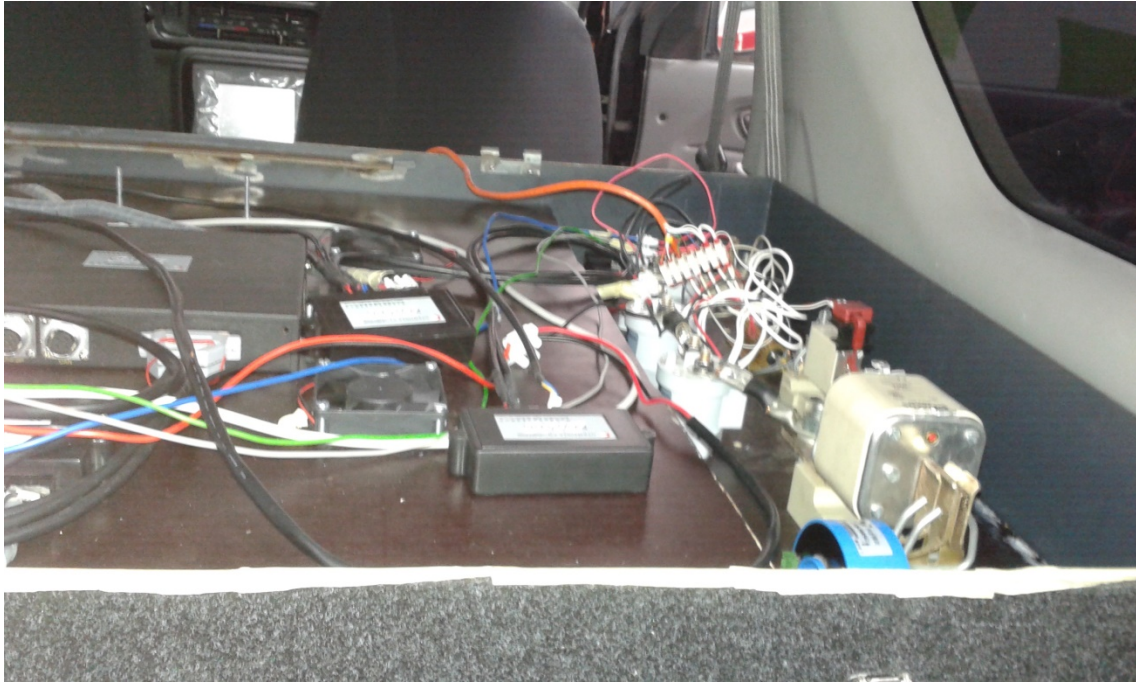


Fig 8-1 Interior trasero del vehículo



Fig 8-2 Espacio a proteger

Como se puede observar necesitamos una pieza que encaje dentro del cubículo donde están metidos los componentes electrónicos (Son los de la parte derecha de la fotografía, en la parte más baja del escalón) y que no haya contacto, deberá ser igual de profundidad y de ancho desde el principio de la parte superior (apoyando en él) hasta el final.

La figura siguiente muestra el ensamblaje entero del protector diseñado en CAD3D, se puede ver en el detalle de más abajo como la tapa posee agujeros pasantes y los laterales se roscarán para conseguir el apriete necesario, así como su unión. El color del dibujo no es determinante, puesto que el elegido es transparente.

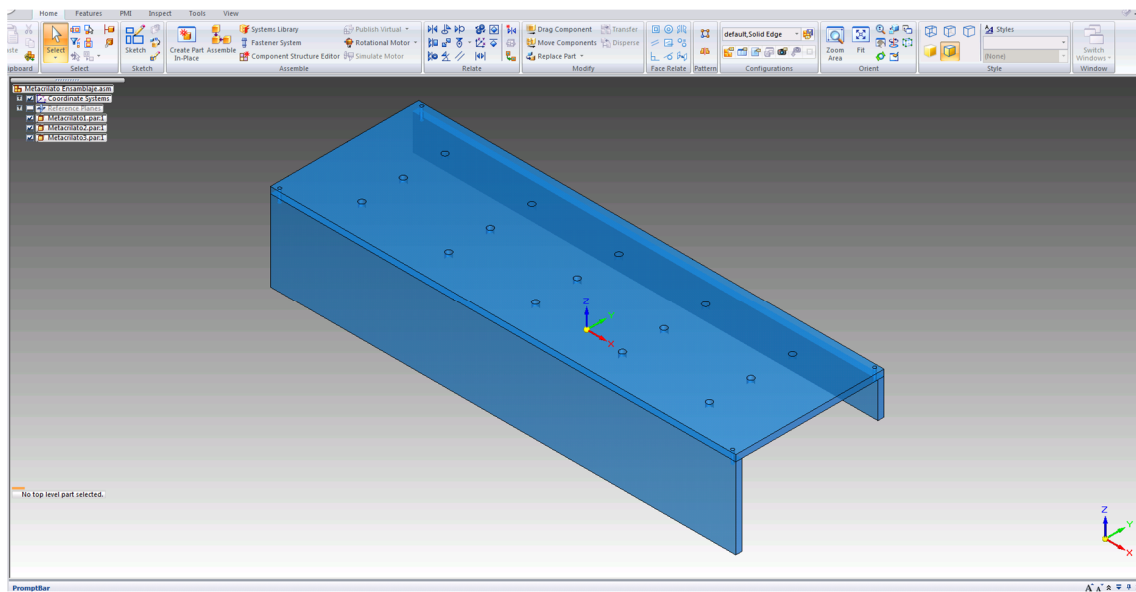


Fig 8-3 Conjunto ensamblado protección parte trasera

En las siguientes imágenes podemos ver las piezas que componen el protector, dos piezas laterales, tapa perforada y cuatro tornillos M6 autoroscantes.

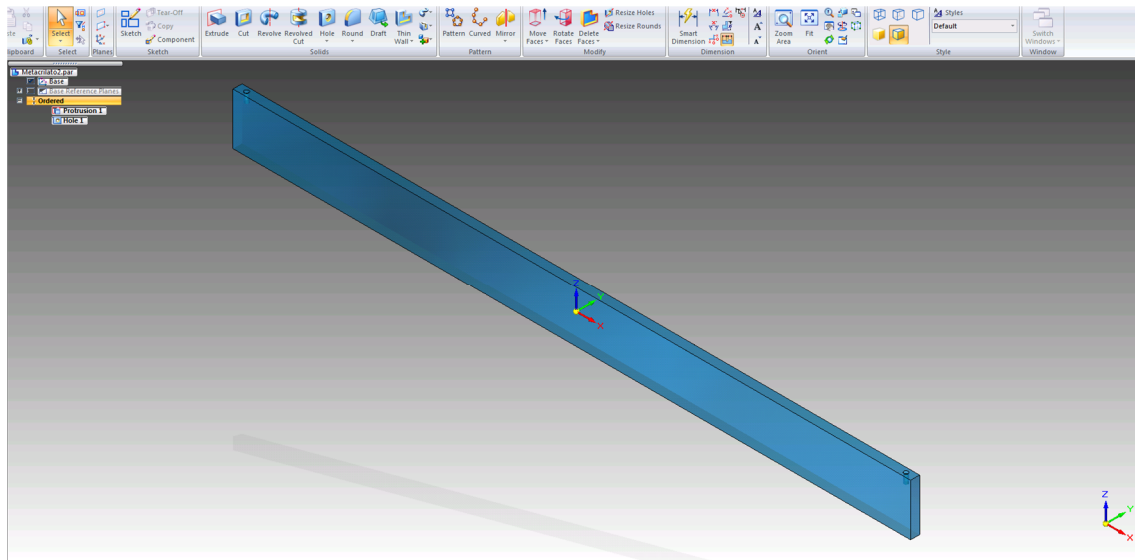


Fig 8-4 Protector lateral I

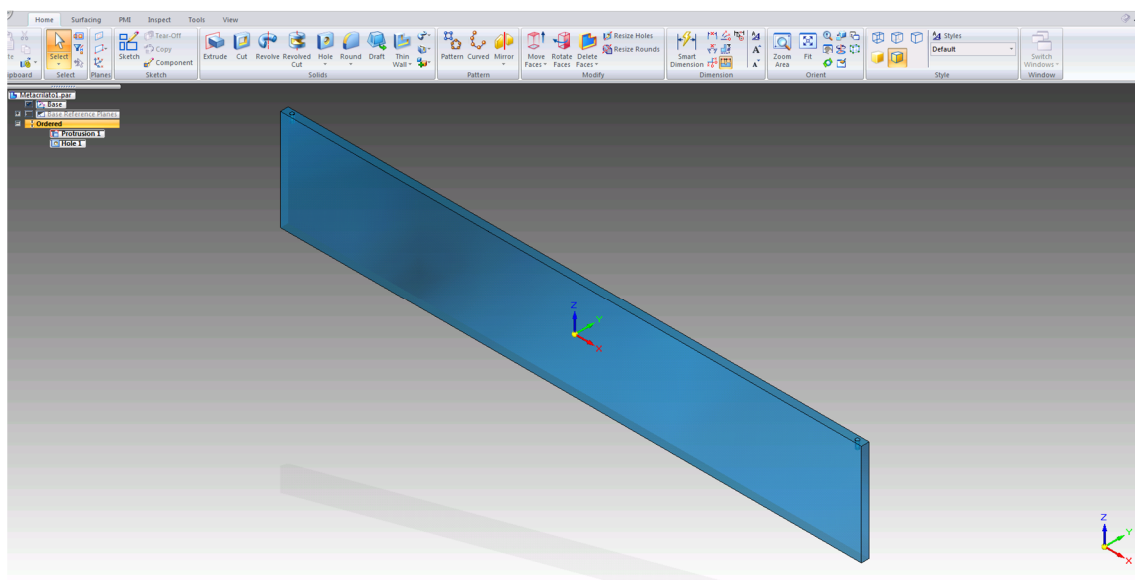


Fig 8-5 Protector lateral II

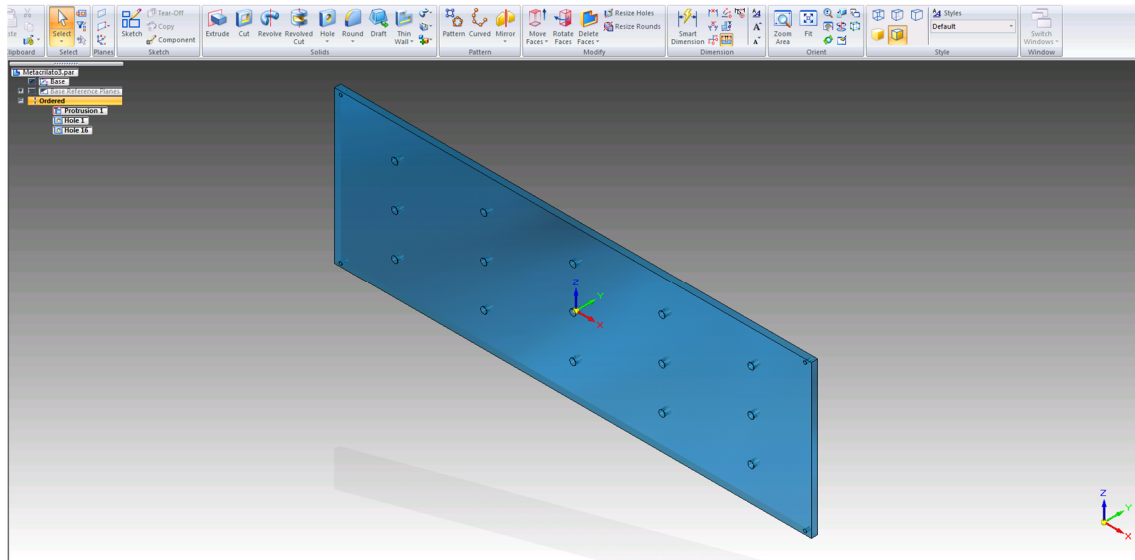


Fig 8-6 Protección superior

El conjunto pesa 3,8 kg, por lo que es posible manejarlo para cualquier persona.

Los planos del conjunto, así como de las partes por separado se encuentran en los anexos.

8.2. Protección inferior del vehículo

Esta parte requiere la toma de más datos y medidas, porque la situación de las piezas es más complicada, como hemos decidido en el estudio anteriormente realizado las piezas se conformarán como dos chapas de **policarbonato**, cuya unión podrá ser mediante unión atornillada o mediante unión por bridas (Se decidirá más adelante, a la hora de implementar la pieza al vehículo, en su respectivo estudio y diseño). En esta parte del proyecto solo se decidirá la forma que tendrán que tener los elementos de seguridad, otras características como el espesor se decidirán en los estudios.

Se empieza diseñando la parte que protegerá el motor, freno y transmisión del automóvil. En las fotografías siguientes se puede observar las partes que deben ser protegidas y su disposición en los bajos del vehículo.



Fig 8-7 Parte inferior del vehículo I

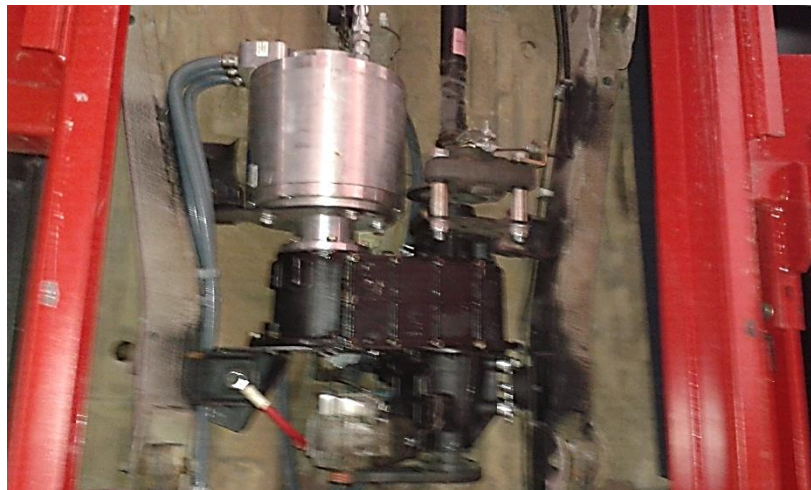


Fig 8-8 Parte inferior del vehículo II



Fig 8-9 Parte inferior del vehículo III



Fig 8-10 Parte inferior del vehículo IV

El diseño se ha regido por los siguientes factores:

- **Superficie principal:** La superficie que se ha de proteger es la que componen el motor, el freno y la transmisión.
- **Puntos de enganche:** Son los puntos donde se unen la pieza y el vehículo, deben aguantar las tensiones producidas por el uso del vehículo en funcionamiento y en parado sin romperse ni agrietarse. Se escoge por lo tanto la parte más robusta y resistente del vehículo, en este caso ‘el chasis’, además posee simetría respecto al eje longitudinal y agujeros que nos servirán como puntos de enganche y posicionamiento de la pieza.
- **Geometría de la pieza:** Debido a que es de policarbonato y no se puede soldar deberá ser una única pieza, los cambios de dirección que posea la pieza se suavizarán para evitar los posibles concentradores de tensiones, así como también se evitarán en lo posible las esquinas.
- **Profundidad:** Es parte de la geometría, pero por las condiciones del proyecto tiene un papel más fundamental, además como ya se implementó en los primeros apartados, no se permite que los elementos del vehículo estén por debajo de un cierto límite. En un vehículo la cota inferior mínima es muy importante porque puede ocasionar un mal funcionamiento de este por choques con los elementos de la calzada. La medida máxima la marca la legislación.
- **Salida de líquidos:** Se le realizarán salidas (agujeros) por los posibles líquidos que puedan entrar en la parte motor y evitar así que puedan quedar estancados en la parte del motor, intentando también que no puedan entrar, ya que debido al componente eléctrico debe ser lo más estanco posible.

Según las medidas tomadas en taller y teniendo en cuenta todos los factores anteriormente dichos se ha realizado el diseño en 3D. Los planos y medidas se encuentran en los anexos.

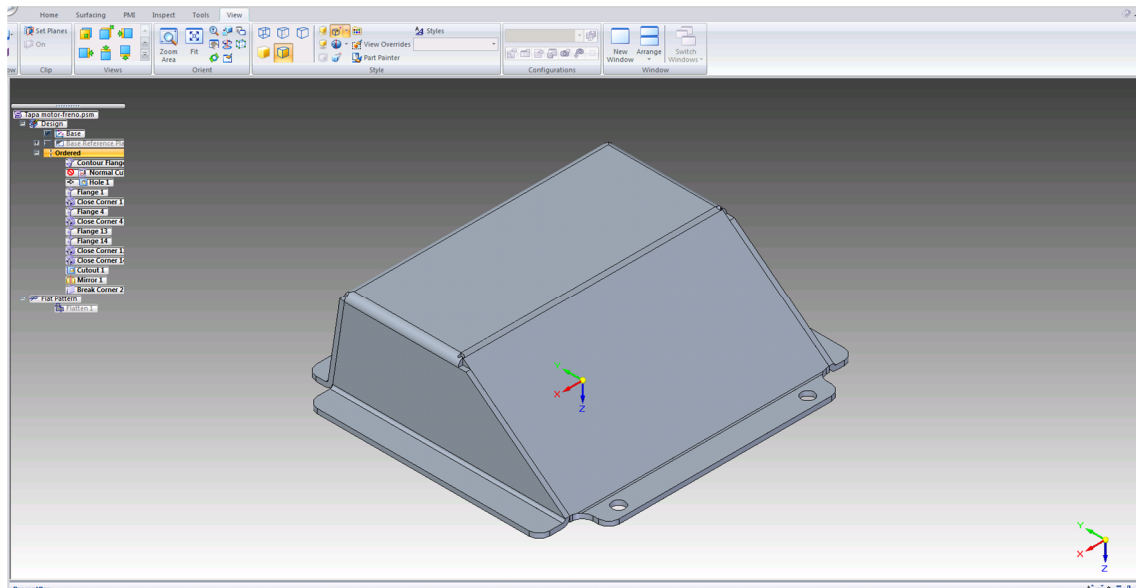


Fig 8-11 Diseño 3D protección conjunto motor

El siguiente paso ha sido diseñar la chapa protectora de la parte delantera del automóvil, que protegerá de que posibles elementos del camino penetren en el interior del vehículo y puedan dañar sus componentes. Se han seguido los mismos factores de diseño que en la pieza anterior modificando algunos apartados por la diferente disposición. En este caso no tenemos nada en concreto que proteger debajo, por lo que será una pieza continua.



Fig 8-12 Situación de la protección inferior delantera



Fig 8-13 Situación de la protección delantera II

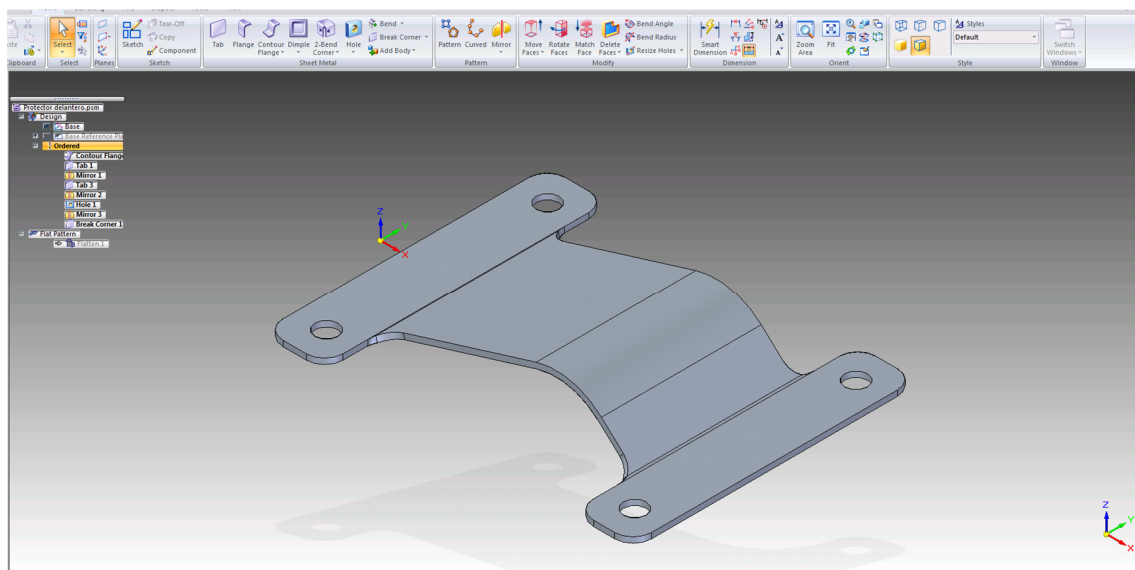


Fig 8-14 Diseño 3D de la protección delantera inferior

Los planos y medidas se encuentran en los anexos.

9. ESTUDIOS

9.1. Estudio del espesor de la pieza según velocidad de impacto

En este estudio se definirá el espesor que deberán tener los elementos de seguridad, se tendrá en cuenta la posibilidad de que impacte un objeto sobre los elementos de seguridad que haya salido despedido de las propias ruedas del vehículo

9.1.1. Impacto de un objeto despedido por el vehículo.

Suponiendo que el vehículo puede circular hasta una velocidad de 80 km/h con un funcionamiento aceptable cualquier objeto que salga despedido hacia el bajo del vehículo llevará una velocidad similar, ya que la rueda arrastra al objeto induciéndole velocidad, se producirá un choque frontal entre el objeto y el coche llevando los dos una velocidad similar, pero con direcciones contrarias. El objeto en cuestión va a ser tomado en consideración como una piedra de 2,5 cm de radio y 0,5 kg.

Como la realización de un estudio exhaustivo o completo de impacto se necesitaría la utilización de programas informáticos de simulación y además queda fuera del alcance del proyecto, se procederá a realizar una simplificación por la que la velocidad de impacto de la piedra se convierte en una fuerza estática, multiplicada por un coeficiente de 1,5 para hacerla más realista.

Se va a suponer que es una carga estática con carga de choque violento, como podemos observar en diferentes tablas (Libro de Antonio Serrano- Cálculo y construcción de máquinas), el coeficiente de seguridad oscila entre 10 y 15. Se ha decidido un coeficiente de seguridad de 15.

Aplicando las ecuaciones de la cinemática se utilizará la simplificación de que en un tiempo infinitesimal la velocidad del objeto pasa de 80km/h a 0km/h consiguiendo así la fuerza que ejerce este en el impacto.

Utilizando La segunda ecuación de Newton $F = m \times a$, calculamos dicha fuerza. La aceleración se calcula a partir de la ecuación de la cinemática $v_f = v_o + a \cdot t$.

- $v_o = 80 \text{ km/h} = 22,2 \text{ m/s}$
- $t = 0,1 \text{ seg} \rightarrow$ Tiempo elegido para simular el choque.

- $m = 0,5 \text{ kg}$

$$0 \text{ m/s} = 288 \text{ m/s} + a \cdot 0,1 \text{ seg}$$

Despejando la aceleración de la ecuación obtenemos:

$$a = -2880 \text{ m/s}^2$$

Y la fuerza de impacto:

$$F = 0,5 \text{ kg} \cdot (-2880 \text{ m/s}^2) = -1440 \text{ N} = 150 \text{ kg}$$

El sentido no es importante, ya que nos muestra únicamente la dirección contraria al movimiento del vehículo.

Utilizando el criterio del coeficiente de seguridad se obtiene la tensión máxima que puede alcanzarse.

$$C_s = \frac{\sigma_L}{\sigma_{\max}}$$

Despejando la tensión máxima admisible de la ecuación se obtiene:

$$\sigma_{\max} = \frac{650 \text{ MPa}}{15} = 43,3 \text{ MPa}$$

Ahora para hallar el espesor, suponemos la rodaja o superficie donde es aplicada esa fuerza. En este caso las zonas donde más probabilidades de que el impacto ocurra son la zona del frontal de la pieza de seguridad, que posee unos 900 mm de largo, y la zona lateral de la misma, con 32 mm de longitud de rodaja.

Se calculará el espesor en ambas zonas y se escogerá el más desfavorable.

- Zona frontal

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Siendo la superficie de la rodaja la longitud de la pieza por el espesor $S = L \cdot e_{\min}$, se obtiene:

$$e_{\min} = \frac{F}{L \cdot \sigma} = \frac{1440 \text{ N} \cdot 1.5}{900 \text{ mm} \cdot 43.3 \text{ MPa}} = 0.083 \text{ mm}$$

- Zona lateral

Utilizando la misma forma se llega a:

$$e_{\min} = \frac{F}{L \cdot \sigma} = \frac{1440N \cdot 1.5}{32mm \cdot 43.3Ma} = 2,33 \text{ mm}$$

$$e_{\min} \geq 2.33mm$$

Por lo que el espesor escogido es el inmediatamente mayor, o lo que es lo mismo, la pieza tendrá un valor de:

$$e = 3mm$$

Las dos piezas se hacen con el mismo espesor, ya que es una forma de hacer más barato el proceso al unificar los espesores.

10. FABRICACIÓN DE LOS COMPONENTES

Como se ha comentado anteriormente se va a fabricar las piezas de protección del vehículo con policarbonato y metacrilato, estos suelen ser transparentes, en este caso se utilizará un policarbonato opaco para evitar que se vea el interior del vehículo. Para la parte de protección trasera o superior, se utilizará como material el metacrilato, que se trabaja exactamente igual que el policarbonato, sólo que en este caso no habrá proceso de plegado, ya que no lo necesitan.

10.1. Introducción y elección del proceso de fabricación.

El policarbonato se puede trabajar mecánicamente con las herramientas habituales que se usan para metales. Al ser un sólido se puede perforar, lijar, cortar, doblar (plegar) con ayuda de calor, partir mecánicamente como los cristales, y se puede derretir por calor o químicamente como la mayor parte de los plásticos, para moldearlo por colada o por inyección.

Comercialmente se vende en planchas de varios espesores y tamaños, en forma de tubos, cubos, barras y perfiles de diferentes formas. Las planchas suelen venir protegidas por ambas caras por una película plástica de polietileno que se pega al material por estática, para no dejar residuos, y que evita arañazos leves y golpes durante su transporte y manipulación.

Hay que tener en cuenta que (como con cualquier otro material) durante la manipulación y trabajo del policarbonato pueden aparecer grietas muy visibles y que echan a perder todo el material por la pérdida de propiedades y de estética.

Este tipo de grietas se producen principalmente si durante la manipulación se dan dos o más de estas circunstancias a la vez:

- Se producen tensiones por varios puntos del material a la vez.
- Un proceso de corte incorrecto, al no utilizar una herramienta apropiada, velocidad, etc.
- Sobre calentamiento en el proceso de moldeo.
- Curvado o plegado en frío.
- Encontrarse dentro de un medio químico agresivo.
- Contacto con sustancias como el alcohol, lacas o pinturas.

Se ha optado, debido a la forma en la que están fabricadas las piezas, que se realizarán a partir de planchas de espesor de 3mm, aplicando los plegados necesarios para conseguir la forma deseada.

Las placas se comprarán a un proveedor de plásticos, dada su facilidad de obtención y su bajo precio, para poder trabajarlas después con la maquinaria existente en el laboratorio de la universidad.

10.2. Proceso de fabricación

A partir de una plancha o lámina de policarbonato de 500x500x4mm comprada a cualquier proveedor de material industrial, el proceso de fabricación elegido es el siguiente:

- Cortar la lámina siguiendo el desarrollo de la pieza, el cual es obtenido mediante el programa de diseño 3D que se ha utilizado para diseñar la misma.
- Realizar todos los agujeros que van a servir para las uniones atornilladas y de salida de líquidos.
- Calentar la pieza a unos 120°C.
- Plegar la pieza y mantener la posición para que no recupere su forma original, ya que el policarbonato es un material de forma.
- Repetir el proceso tantas veces como plegados tenga la pieza.
- Dejarla enfriar.
- Atornillar las partes que hagan falta.

10.3. Descripción de los procesos.

10.3.1. Corte

Para realizar el corte y viendo las herramientas de las que se dispone en el laboratorio de la universidad, la mejor opción es dividirlo en dos partes:

- Cortar con la sierra mecánica hasta dejar la plancha de policarbonato a una medida similar al del desarrollo.
- Con el corte láser y sobre cortar la forma exacta del desarrollo de la pieza, para ello se debe hacer una plantilla antes para poder hacerla correctamente o marcar la pieza (con un cúter o un marcador) con la forma de la pieza deseada.

A continuación se muestra una lista con las diferentes herramientas que podemos utilizar:

Sierra industrial	Herramientas del vendedor de metacrilato, osea, que lo corte el con su maquinaria industrial.	
Sierra circular de mesa	Los discos de corte deberán tener dientes que cambian alternativamente de dirección, a derecha e izquierda con una distancia entre dientes de 10 mm. para material entre 3 y 10 mm. de espesor y de 13 mm. para mas de 10 mm. La distancia ente dientes se mide entre cresta y cresta y la velocidad será de 4.000 RPM. El disco tiene que sobresalir 15 mm. por encima del material que estemos cortando.	
Sierra circular	Su hoja deberá tener al menos 2 dientes por cm y 0° de angulo de ataque.	
Fresadora	Usar una fresa de ranurar lo mas estrecha posible. Con esta fresa hay que tener en cuenta que vamos a perder material en el corte, mucho mas que con una sierra de cualquier tipo. Hay que usar la guia lo que nos permitirá cortar recto. Si la profundidad de la fresa no es mayor o igual que el espesor del material, despues de realizar la hendidura se necesitará partir con la mano (marcar con cutter primero) y lijar el canto después.	
Sierra de calar	con una hoja especial para cortar plasticos (con las hojas de metal hace falta refrigerar el corte con agua o aire comprimido para evitar que derritan el material).	
Cutter o cuchilla	Marcar la pieza varias veces por la misma línea y presionar para que rompa (solo es válido para material de hasta 3 mm de espesor)	
Sierra de mano para metales	Es lento y laborioso, pero el corte es recto y la herramienta es la mas asequible. Solo para cortes no muy largos (el largo del corte viene dado por la altura de la propia sierra.	
Herramienta rotatoria (Dremel)	Usando el disco de corte para metales a bajas revoluciones.	

Fig 10-1 Herramientas para manufacturar el policarbonato

Es un método muy manual, por lo que hay que poseer la destreza suficiente para realizarlo.

10.3.2. Calentado y plegado.

Una vez que la pieza posee la forma deseada, el siguiente paso es plegarla, para ello se debe calentar entre 200°C y 250°C, temperaturas que se pueden conseguir como diferentes elementos, como un horno casero, una pistola de calor o un hilo metálico que haga de resistencia. Exactamente igual que sucedía antes existen dos métodos diferentes:

- Uno es introducir la pieza en un horno cualquiera, no tiene que ser industrial, vale con un horno casero, calentar hasta llegar a la temperatura deseada, teniendo cuidado de no dejar muchas marcas en la pieza, ya que con el calor se va fundiendo poco a poco. Este método no es muy recomendable, ya que la pieza cuando se calienta entera es muy difícil de manejar debido a la temperatura y a que tiende a deformarse con su peso.
- Otro método es aplicar calor únicamente en la zona donde se va a producir el plegado, es decir, en la línea de plegado. Esto lo podemos realizar con una pistola de calor o con un hilo metálico caliente, a la temperatura anteriormente mencionada, en solo unos minutos (5-10 min) la pieza ya se puede doblar con la única ayuda de la mano.

Después de realizar el plegado hay que asegurar la pieza en su posición final para evitar que recupere parte de su forma, puede ser con cualquier utensilio improvisado o mediante elementos de agarre como los sargentos, después de unos minutos la pieza ya no recuperará su forma.

Hay que realizar estos pasos con todos los plegados, se seguirá un orden determinado para poder realizarlos todos ellos, la sucesión se muestra a continuación.

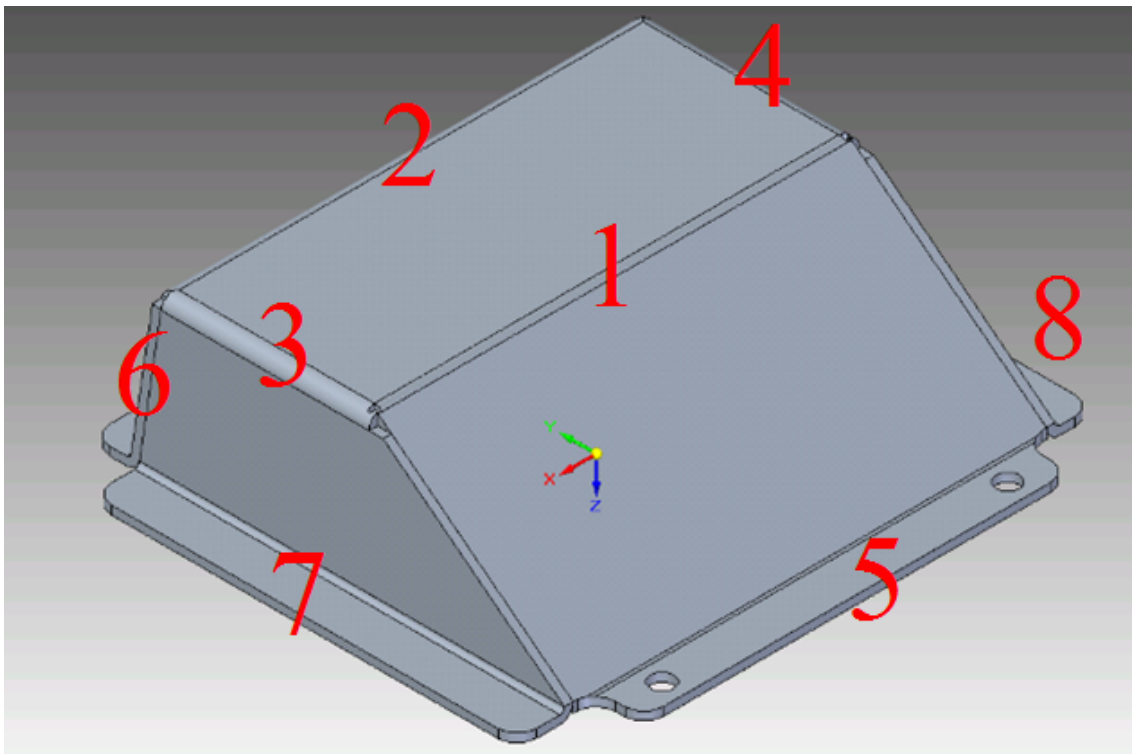


Fig 10-2 Listado de plegados

10.3.3. Unión

En el caso de las protecciones inferiores del vehículo no será necesario unir con pegamento o tornillería ninguna de las dos piezas.

En las protecciones traseras, las piezas se unirán mediante un tornillo Allen de cabeza abombada de métrica 4 y longitud 20 milímetros autorroscantes. Se utilizara un macho para roscar el agujero de las piezas, ya que la primera pieza debe tener agujero pasante y la segunda debe poseer rosca para que pueda realizar el apriete. También podemos utilizar un tornillo autorroscante con lo que se evitaría el paso de tener que realizar la rosca dentro del agujero. Podemos ver en las siguientes imágenes la disposición de dichos tornillos y de cada tornillo y tuerca necesaria.

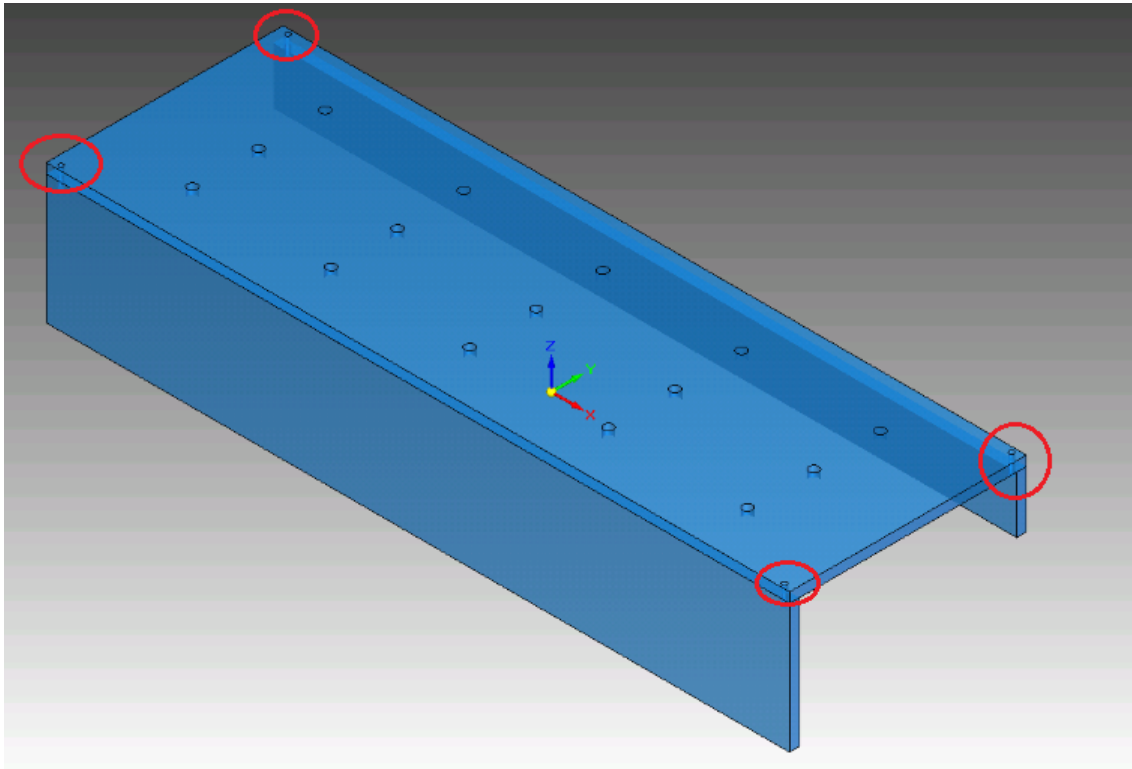


Fig 10-3 Disposición de los tornillos en el sistema trasero

Y esta es una imagen del tornillo que se utiliza en la unión, Tornillo autorroscante con hueco hexagonal y cabeza abombada de M4x20.



Fig 10-4 Tornillo autorroscante M4x20

11. IMPLANTACIÓN DE LOS COMPONENTES

Para la implantación de las piezas de seguridad inferior se va a utilizar la unión de tornillo tuerca, siendo en este caso una tuerca auto-blocante o si se dispusiera de las herramientas necesarias la mejor solución es el uso de un casquillo hexagonal remachable. Cada pieza dispondrá de cuatro tornillos y cuatro tuercas (o casquillos), en las fotos de la parte inferior del vehículo podemos ver la parte del chasis donde se sujeta la pieza, como ya se ha comentado anteriormente los taladros ya están hechos, pero se pueden realizar, ya que es una tarea relativamente sencilla, si fuese necesario.



Fig 11-1 Sujeciones al chasis del vehículo

La implantación de la seguridad en la parte trasera del vehículo es más sencilla, simplemente se colocará el cubo de policarbonato transparente sobre los elementos que se deben proteger.

12. TRABAJO FUTURO

Este apartado tiene como finalidad dar ideas o bocetos a cualquier persona que esté interesada en continuar con el trabajo que aquí se ha realizado, y como no, de mejorarlo. Algunas de las propuestas posibles son las siguientes:

- Estudio de la utilización de un material plástico compuesto de fibras como pueden ser el kevlar o el teflón.
- Valoración de la posibilidad de realizar el diseño de las piezas con ayuda de personal o empresa especializada en el sector automovilístico.
- Búsqueda de nuevas formas de instalación de las diferentes partes.

13. INDICE DE TABLAS

Tabla 7-1 Propiedades mecánicas fibra de carbono	15
Tabla 7-2 Características mecánicas de la Poliamida 6 – II.....	17
Tabla 7-3 Propiedades físicas del Kevlar	18
Tabla 7-4 Propiedades físicas de la fibra de vidrio	19
Tabla 7-5 Propiedades física del Poliacetal	20
Tabla 7-6 Propiedades físicas del Teflon.....	20
Tabla 7-7 Propiedades físicas del metacrilato.....	21
Tabla 7-8 Propiedades físicas policarbonato	22
Tabla 7-9 Comparación de materiales	23

14. INDICE DE FIGURAS

Fig 5-1 Cubre carter Mercedes Benz clase c	8
Fig 5-2 Cubre cárter Citroen C4 y Peugeot 308 de polietileno	8
Fig 5-3 Cubre cárter Peugeot 205 Rallye de Aluminio	9
Fig 8-1 Interior trasero del vehículo.....	25
Fig 8-2 Espacio a proteger	25
Fig 8-3 Conjunto ensamblado protección parte trasera	26
Fig 8-4 Protector lateral I.....	27
Fig 8-5 Protector lateral II.....	27
Fig 8-6 Protección superior.....	28
Fig 8-7 Parte inferior del vehículo I.....	29
Fig 8-8 Parte inferior del vehículo II.....	29
Fig 8-9 Parte inferior del vehículo III.....	30
Fig 8-10 Parte inferior del vehículo IV.....	30
Fig 8-11 Diseño 3D protección conjunto motor	32
Fig 8-12 Situación de la protección inferior delantera	32
Fig 8-13 Situación de la protección delantera II.....	33
Fig 8-14 Diseño 3D de la protección delantera inferior	33
Fig 10-1 Herramientas para manufacturar el policarbonato.....	39
Fig 10-2 Listado de plegados	40
Fig 10-3 Disposición de los tornillos en el sistema trasero.....	41
Fig 10-4 Tornillo autorroscante M4x20	42
Fig 11-1 Sujeciones al chasis del vehículo	43

15. BIBLIOGRAFIA

- Tecnoplásticos.blogspot.com.es
- Calculo y Construcción de Máquinas – Antonio Serano Nicolás (Universidad de Zaragoza)
- Manual de reformas de vehículos.
- Diversas páginas de internet, ya sean de empresas o informativas.
- Materiales plásticos, propiedades y aplicaciones – I.Rubin, Limusa, 1998
- Materiales compuestos – Jesús Antonio Miravete, Reverte
- <http://metacrilato.makinolo.com>

16. ANEXOS

16.1. Tablas de Materiales

16.1.1. Nylon

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	NYLON (PA6, PA66)
Alargamiento a la rotura	%	DIN 53455	>50
Conductividad Térmica	W/Km	DIN 52612	0,28
Coefficiente de dilatación Térmica de 20°C a 50°C	m/m K		85·10 ⁻⁶
Coefficiente de Fricción			0,3
Densidad	g/cm ²	DIN 53479	1,14
Dureza a la bola	N/mm ²	DIN 53456	136
Dureza "Shore"		DIN 53505	D75
Módulo de elasticidad	N/mm ²	DIN 53457	2.850
Punto de fusión	°C	ASTM D789	220
Resistencia Superficial		DIN 53482	5·1010
Resistencia al impacto	KJ/m ²	DIN 53453	3,8
Resistencia a la tracción	N/mm ²	DIN 53455	78
Temperatura máxima de utilización	°C	NORMAL	90
	°C	CON PUNTAS	150
Temperatura mínima de uso	°C		-40

Fig 16-1Propiedades Nylon

Propiedades Térmicas	Método de prueba ASTM	Unidades	Nylon 6 / 6	Nylon 6 / 6 GF30
La deflexión de calor	D648	grados F	455	490
66 psi	D648	grados F	194	482
264 psi				
A largo plazo Max. Temperature	----	grados F	170	230
A corto plazo		grados F	355	465
Coefficiente de expansión térmica lineal	ver más abajo			
-20 A -200 ° F	D696	in / in / ° F	4,5 x 10 ⁻⁵	1.2 X 10 ⁻⁵
200 a 460 ° F	D696	----	5.0 X 10 ⁻⁵	----

Fig 16-2 Propiedades térmicas Nylon

Propiedades eléctricas	Método de prueba ASTM	Unidades	Nylon 6 / 6	Nylon 6 / 6 GF30
Resistividad de volumen, 73 ° F	D257	ohm-cm	10 ¹⁵	10 ¹⁵
La constante dieléctrica, 60 Hz, 73 ° C y 50% HR	D150	----	4.0	----
Resistencia dieléctrica	D149	V / mil	600	530

Fig 16-3 Propiedades eléctricas nylon

16.1.2. Fibra de carbono

Designación	Alta resistencia (HR)	Alto módulo (HM)	III
Diámetro de hilo (µm)	8	7	7-8
Densidad (Kg/m ³)	1740-1760	1810-1870	1820
Módulo de elasticidad (GPa)	230	390	290
Resistencia a tracción (GPa)	2,6-5	2,1-2,7	3,1
Elongación a la rotura (%)	2	0,7	1,1
Módulo específico	130	210	160
Coefficiente expansión térmica (10 ⁻⁶ /°C)	2,56	2,56	2,56

Fig 16-4 Propiedades Fibra de carbono

16.1.3. Kevlar

Kevlar (Aramid) Fiber Reinforced Polymer				
Composition: 50% Kevlar (Aramid) unidirectional fibers in epoxy matrix				
Property	Value in metric unit		Value in US unit	
Density	1.4 *10 ³	kg/m ³	87	lb/ft ³
Tensile modulus (LW)	76	GPa	11000	ksi
Tensile modulus (CW)	5.5	GPa	800	ksi
Shear modulus	2.3	GPa	330	ksi
Tensile strength (LW)	1400	MPa	203000	psi
Tensile strength (CW)	12	MPa	1700	psi
Compressive strength (LW)	235	MPa	34000	psi
Compressive strength (CW)	53	MPa	7700	psi
Shear strength (LW)	34	MPa	4900	psi
Thermal expansion (20 °C, LW))	-4*10 ⁻⁶	°C ⁻¹	-2.2*10 ⁻⁶	in/(in* °F)
Thermal expansion (20 °C, CW)	80*10 ⁻⁶	°C ⁻¹	44*10 ⁻⁶	in/(in* °F)

Fig 16-5 Propiedades Kevlar

16.1.4.Fibra de vidrio

PROPIEDADES	Metodos de ensayo ISO/(IEC)	Unidades	Valores
Color	-	-	Natural
Densidad	1183	g/cm ³	1,41
Absorcion de agua:	-	-	-
despues de estar 24/96 h sumergido en agua a 23°C	62	mg	20/37
	62	%	0,24/0,45
hasta la saturacion en aire a 23°C / 50% HR	-	%	0,20
hasta la saturacion en aire a 23°C	-	%	0,85
PROPIEDADES TERMICAS			
Temperatura de Fusion	-	°C	165
Conductividad termica a 23°C	-	W/(K-m)	0,31
Coefficiente de dilatacion termica lineal:	-	-	-
-Valor medio entre 23 y 60 °C	-	m/(m-K)	110-10 ⁻⁶
-Valor medio entre 23 y 100°C	-	m/(m-K)	125-10 ⁻⁶
Temperatura por deformacion por carga:	-	-	-
-por metodo A: 1,8MPa	75	°C	105
Temperatura maxima de servicio en aire:	-	-	-
-en periodos cortos	-	°C	140
-en continuo: durante 5.000/20.000 h	-	°C	115/100
Temperatura minima de servicio	-	-	-50
Inflamabilidad	-	-	-
-Indice de oxigeno	4589	%	15
-con respecto a la clasificacion UL 94 (para 3/6 mm de espesor)	-	-	HB/HB
PROPIEDADES MECANICAS A 23°C			
Ensayo de tracción	-	-	-
-esfuerzo de tension para fluencia	527	MPa	68
-elongacion a la rotura	-	-	35
-modulo de elasticidad	-	-	3.100
Ensayo de compresion	-	-	-
-esfuerzo al 1/2/5% de deformación	604	MPa	19/35/67
Ensayo de fluencia a traccion	-	-	-
-esfuerzo necesario para producir un 1% de deformación las 1.000h	899	Mpa	13
Resistencia al impacto Charpy-sin entalla	179/1eU	kJ/m2	≥150
Resistencia al impacto Charpy-con entalla	179/1eU	kJ/m2	7
Resistencia al impacto Izod- con entalla	180/2A	kJ/m2	7
Dureza con bola	2039-1	N/mm2	140
Dureza Rockwell	2039-2	-	M84
PROPIEDADES ELECTRICAS A 23°C			
Resistencia dielectrica	60243	KV/mm	20
Resistividad volumetrica	60093	Ω-cm	>10 ¹⁴
Resistividad superficial	-	Ω	>10 ¹³
Permeabilidad relativa	-a 100 Hz	-	3,8
	-a 1 Hz	-	3,8
Factor de perdidas dielectricas a	-a 100 Hz	-	0,003
	-a 1 MHz	-	0,008
Indice comparativo de la resistencia a la descarga superficial (CTI)	60112	-	600
Passatge dels Rosers s/n Nave C (Cornella de Ll.) Tel. 93/473-48-03 Fax. 93/473-35-87 Email: info@elaplas.es			

Fig 16-6 Propiedades fibra de vidrio

16.1.5. Teflón

Propiedad	ASTM Standard	Unidad	Teflon® PTFE	Teflon® FEP	Teflon® PFA	Teflon® ETFE
Punto de fusión	D3418	°C	327	260	306	267
Temp. de curado	---	°C	379-429	360-385	379-399	302-323
Temp. de uso -Continuo	---	°C	260	204	260	149
-Intermitente	---	°C	316	232	288	199
Ratio inflamabilidad	UL94	---	VO	VO	VO	VO
Limite de oxígeno	D2863	%	>95	>95	>95	30-36
Calor de combustión	D240	MJ/kg (Btu/lb)	5.1 2,200	5.1 2,200	5.3 2,300	13.7 5,900
Conductividad térmica	---	Btu-in/h-ft2-°F (W/m-k)	1.7 (0.25)	1.4 (0.20)	1.3 (0.19)	1.65 (0.24)

Fig 16-7 Propiedades TEFLON

16.1.6. Metacrilato

PROPIEDADES MECANICAS	Norma	Unidad	Colada	Extrusión
Densidad	DIN53479	g/c m ³	1.19	1.19
Resistencia al impacto Charpy	ISO 178 1/D	kJ/ m ²	15	15
Resistencia al impacto con entalladura (Izod)	ISO 180 1/A	kJ/ m ²	1.6	1.6
Resistencia a la tracción (-40 °C)	DIN53455	Mpa	110	100
Resistencia a la tracción (+23 °C)	DIN53455	Mpa	80	72
Resistencia a la tracción (+70 °C)	DIN53455	Mpa	40	35
Estramiento a rotura	DIN53455	%	5.5	4.5
Coefficiente de Poisson	-	-	0.45	0.45
Resistencia a la flexión (Probeta standard (80x10x4mm))	DIN53452	Mpa	115	105
Tensión por compresión	DIN53454	Mpa	110	103
Tensión de seguridad max. (hasta 40° C)	-	Mpa	5...10	5...10
Módulo de elasticidad E (Cortoflargo plazo)	DIN 53457	Mpa	3300/3200	3300/3200
Módulo de torsión G en 10 Hz	DIN53445	Mpa	1700	1700
Resistencia a la fatiga en test de doblado alternativo aprox. a 10 ciclos (probeta con entalladura/sin entallad)	-	Mpa	40 / 20	30 / 10
Dureza brinell H961/30	ISO 2039-1	Mpa	200	190
Resistencia a la abrasión con 1.600 gr. de abrasivo	Similar ASTM-D673 44	%	98	98
Coefficiente de fricción plástico sobre plástico	-	-	0.80	0.80
Coefficiente de fricción plástico sobre acero	-	-	0.50	0.50
Coefficiente de fricción acero sobre plástico	-	-	0.45	0.45

Fig 16-8 Propiedades Metacrilato

PROPIEDADES ELECTRICAS	Norma	Unidad	Colada	Extrusión
Resistencia de paso específica	DIN VDE 0303, Part3	Ohm.cm	>10e15	>10e15
Resistencia eléctrica de superficie	DIN VDE 0303, Part3	Ohm	5x10e13	5x10e13
Rigidez dieléctrica (probeta de 1 mm. de espesor)	DIN VDE 0303, Part2	Kv./mm	30	30
Constante dieléctrica a 50 Hz	DIN VDE 0303, Part4	-	3.60	3.70
Constante dieléctrica a 0,1 Hz	DIN VDE 0303, Part4	-	2.70	2.80
Pérdida dieléctrica en 50 Hz	DIN VDE 0303, Part4	-	0.06	0.06
Pérdida dieléctrica en 0,1 Hz	DIN VDE 0303, Part4	-	0.02	0.03
Resistencia a descargas eléctricas	DIN VDE 0303, Part1	-	KC=600	KC=600

Fig 16-9 Propiedades eléctricas metacrilato

16.1.7. Policarbonato

PROPIEDADES MECANICAS A 23°C	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
PESO ESPECIFICO	gr/cm ³	D-792	53479	1.2
RESIST. A LA TRACC.(FLUENCIA / ROTURA)	Kg/cm ²	D-638	53455	650 / --
RES. A LA COMPRESION (1 Y 2 % DEF)	Kg/cm ²	D-695	53454	160 / 310
RESISTENCIA A LA FLEXION	Kg/cm ²	D-790	53452	900
RES. AL CHOQUE SIN ENTALLA	Kg.cm/cm ²	D-256	53453	NO ROMPE
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	%	D-638	53455	80
MODULO DE ELASTICIDAD (TRACCION)	Kg/cm ²	D-638	53457	23000
DUREZA	Shore D	D-2240	53505	80 - 82
COEF. DE ROCE ESTATICO S/ACERO		D-1894		0.39
COEF. DE ROCE DINAMICO S/ACERO		D-1894		0.42
RES. AL DESGASTE POR ROCE				REGULAR

Fig 16-10 Propiedades policarbonato

PROPIEDADES ELECTRICAS	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
CONSTANTE DIELECTRICA A 60 HZ		D-150	53483	3
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 KHZ		D-150	53483	3
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 MHZ		D-150	53483	3
ABSORCION DE HUMEDAD AL AIRE	%	D-570	53472	0,15
RESISTENCIA SUPERFICIAL	Ohm	D-257	53482	10 a la 18
RESISTENCIA VOLUMETRICA	Ohms-cm	D-257	53482	10 a la 17
RIGIDEZ DIELECTRICA	Kv/mm	D-149		28

Fig 16-11 Propiedades eléctricas policarbonato

PROPIEDADES QUIMICAS	OBSERVACIONES
RESISTENCIA A HIDROCARBUROS	DEFICIENTE
RESISTENCIA A ACIDOS DEBILES A TEMP. AMBIENTE	MUY BUENA
RESISTENCIA A ALCALIS DEBILES A TEMP. AMBIENTE	REGULAR
RESISTENCIA A PROD. QUIMICOS DEFINIDOS	CONSULTAR
EFFECTO DE LOS RAYOS SOLARES	LO AFECTAN
APROBADO PARA CONTACTO CON ALIMENTOS	SI
COMPORTAMIENTO A LA COMBUSTION	ARDE CON DIFICULTAD
PROPAGACION DE LLAMA	AUTO EXTINGUIBLE
COMPORTAMIENTO AL QUEMARLO	SE DESCOMPONE
COLOR DE LA LLAMA	ANARANJADO TIZNADO
OLOR AL QUEMARLO	ACRE

Fig 16-12 Propiedades químicas policarbonato

16.2. Planos

- Planos protección trasera:

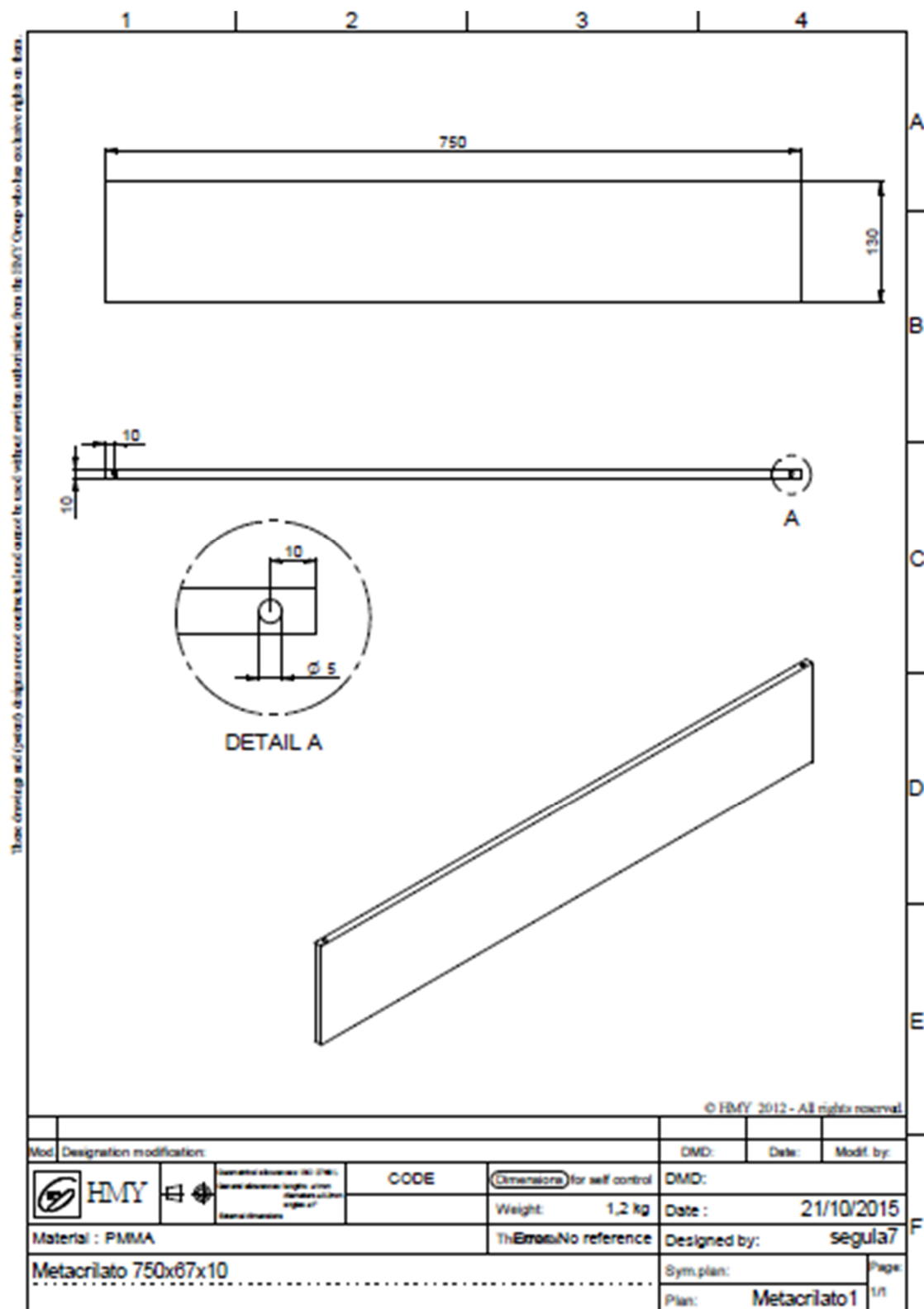


Fig 16-13 Plano metacrilato lateral I

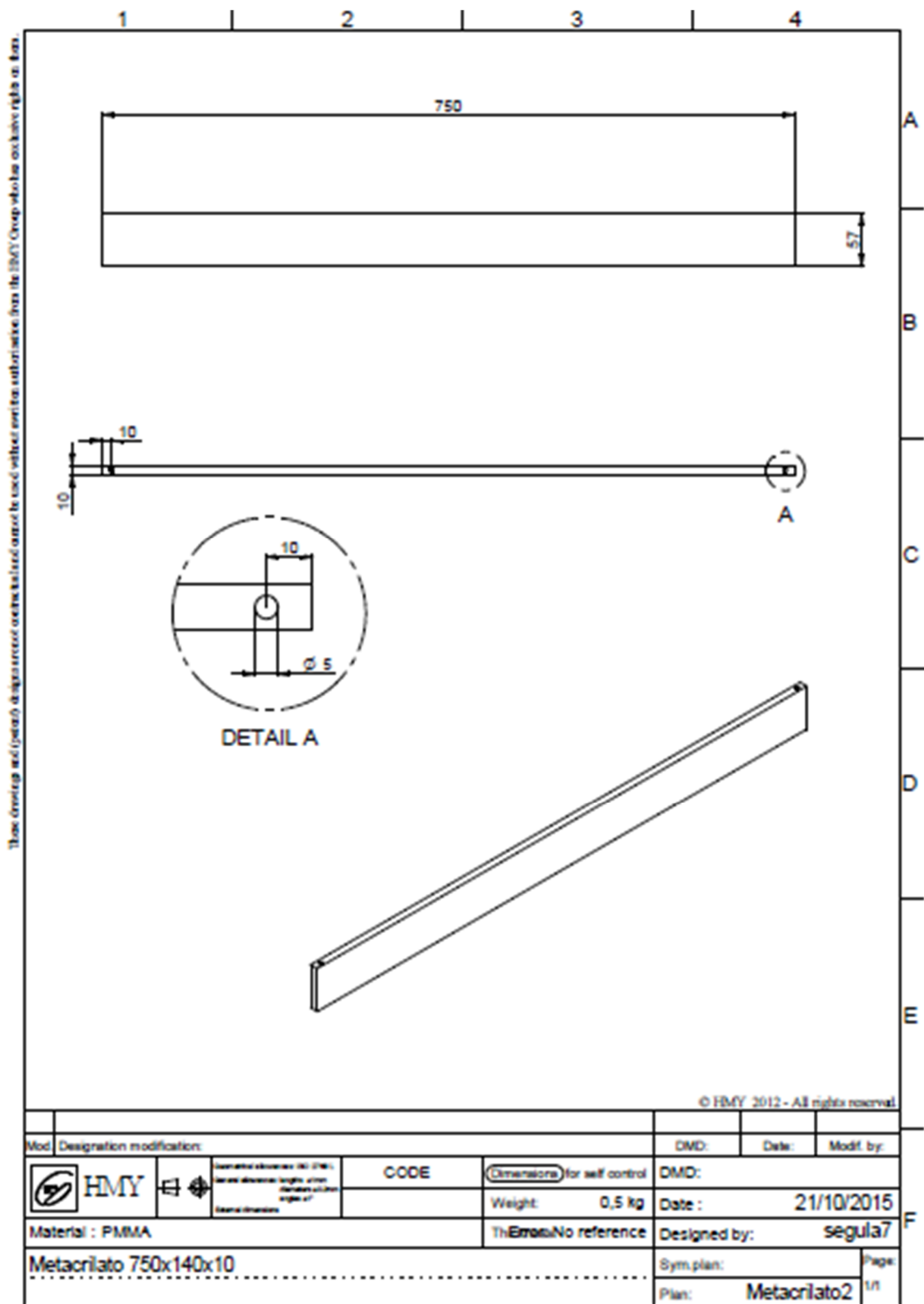


Fig 16-14 Plano metacrilato lateral II

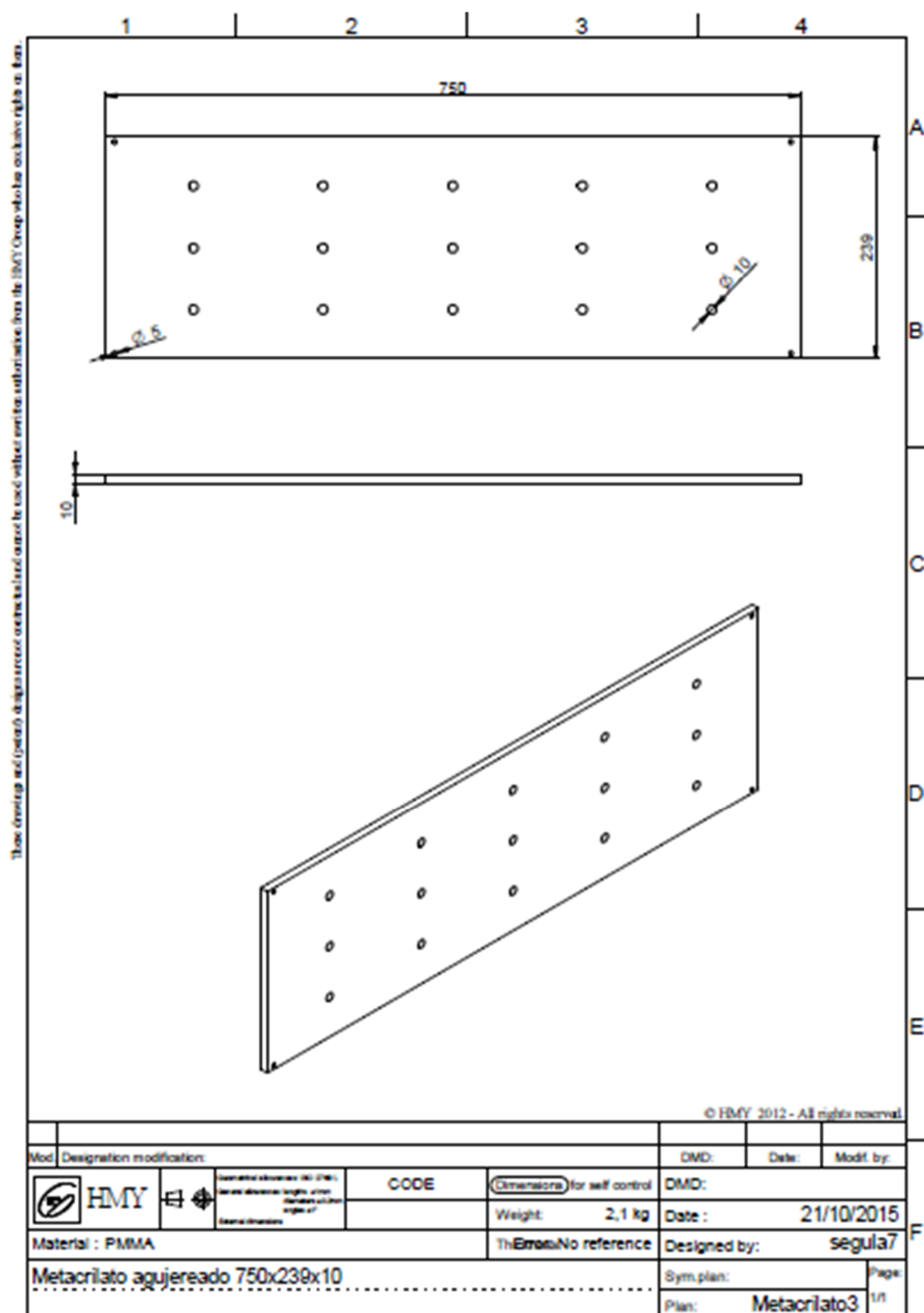


Fig 16-15 Plano Metacrilato superior

- Planos protección inferior bloque motor:

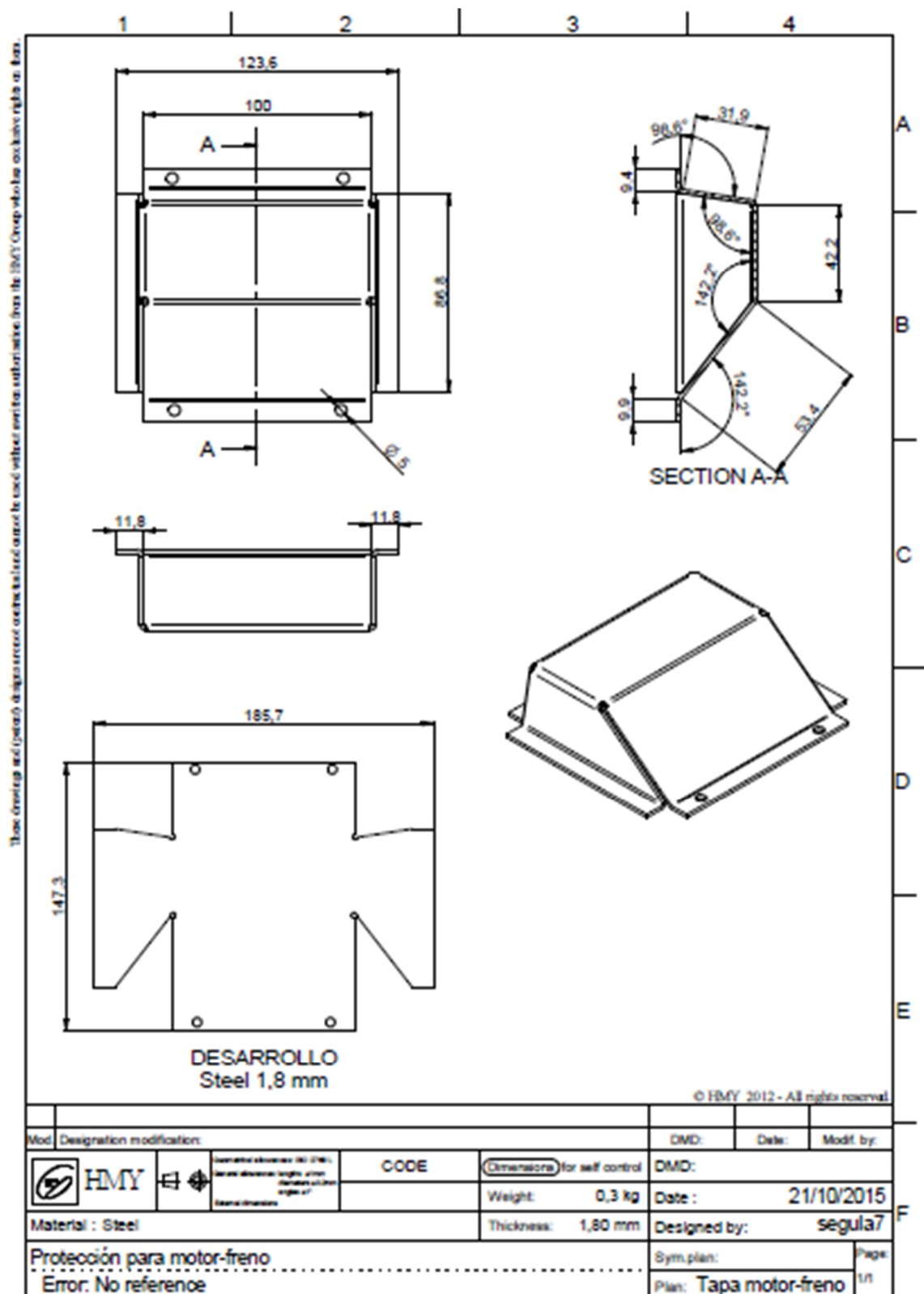


Fig 16-16 Planos protección inferior freno motor

- Planos protección inferior delantera:

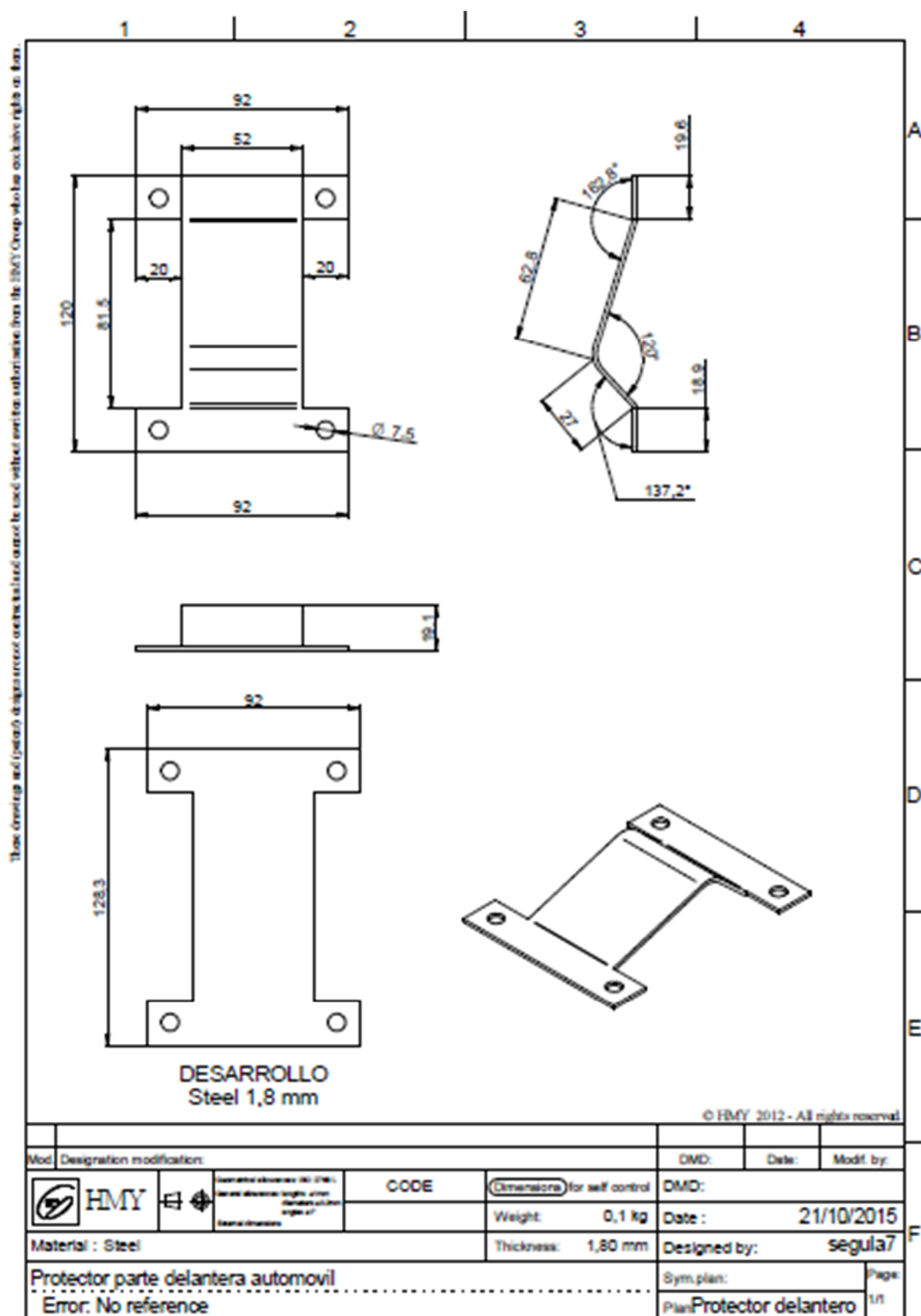


Fig 16-17 Plano protección inferior delantera

16.3. Requerimientos legales

16.3.1. Manual de reformas de vehículos


MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O Grupo Nº 8. Carroería (8.22)											
DESCRIPCIÓN: Reformas que afecten al acondicionamiento interior de los vehículos											
ACONDICIONAMIENTO INTERIOR Acondicionamiento del espacio destinado a pasajeros y equipaje en vehículos M 8.22.- Modificación, instalación o desinstalación de elementos en la zona de equipaje, o en el espacio destinado a los pasajeros distinto a la zona frontal del habitáculo del vehículo											
CAMPO DE APLICACIÓN Categorías											
M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄		
SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
ACTOS REGLAMENTARIOS											
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a									
		M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄
Partidos radiométricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	(2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Acondicionamiento interior	74/60/CEE	(2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Resistencia de los asientos	74/608/CEE	(2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Anclajes de los cinturones de seguridad	76/115/CEE	(2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cinturones de seguridad y sistemas de retención	77/541/CEE	(2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Apoyacabezas	78/932/CEE	(2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	(2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ver Apartado 4 del preámbulo.											
DOCUMENTACIÓN NECESARIA											
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad		Certificado del Taller		Documentación adicional					
NO	NO	SI		SI		NO					
<ul style="list-style-type: none"> • Informe de conformidad • Certificado del Taller 											
 MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO				REVISIÓN: 2ª Fecha: Marzo 2014				SECCIÓN: I GRUPO: 8 (8.22) Carroería Página 1 de 2			

Fig 16-18 Reforma 8.22


MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O Grupo Nº 8. Carrocería (8.62)											
DESCRIPCIÓN: Reformas que afecten al acondicionamiento exterior de los vehículos											
ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR Estructura del vehículo 8.62.- Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo											
CAMPO DE APLICACIÓN											
Categorías											
M₁	M₂	M₃	N₁	N₂	N₃	O₁	O₂	O₃	O₄		
SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		
ACTOS REGLAMENTARIOS											
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a									
		M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄
Dispositivos de protección trasera	76/221/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Cerraduras y bisagras de las puertas	76/387/CEE	(2)	-	-	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Autobuses y Autocarav	2001/85/CE	-	(2)	(2)	-	-	-	-	-	-	-
Salientes exteriores	74/483/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paralelos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Dispositivos de remolcado	77/389/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Campo de visión delantera	77/549/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lava/limpiaparabrisas	76/318/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guardabarros	76/549/CEE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas antiproyección	91/226/CEE	-	-	-	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cristales de seguridad	92/22/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Salientes exteriores de las cabinas	92/114/CEE	-	-	-	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Colisión frontal	96/79/CE	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colisión lateral	96/27/CE	(2)	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-
Protección delantera contra el empotramiento	2003/40/CE	-	-	-	-	(2)	(2)	-	-	-	-
 MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO		REVISIÓN: 2ª Fecha: Marzo 2014						SECCIÓN: I GRUPO: 8 (8.62) Carrocería Página 1 de 4			

Fig 16-19 Reforma 8.52

Para más información se puede ver el manual de reformas de vehículos.